



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

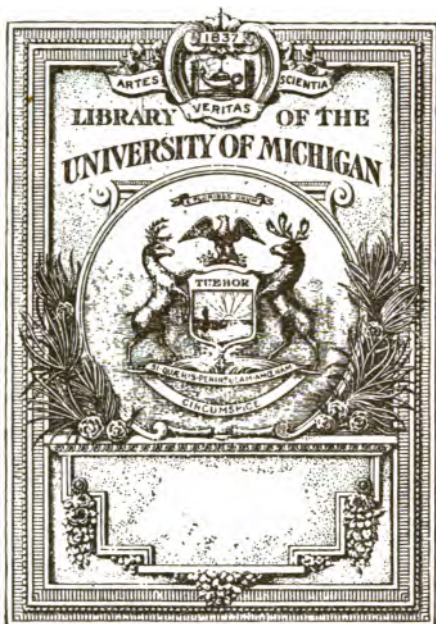
Nous vous demandons également de:

- + *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
- + *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
- + *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
- + *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse <http://books.google.com>

B 1,063,573



Q

46

N4



BULLETIN

DE LA

neuchâtel
SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE

NEUCHÂTEL

1888-1889

~~~~~

TOME XVII

~~~~~

NEUCHÂTEL

IMPRIMERIE DE H. WOLFRATH ET C^{ie}

1889

17

INFLUENCE DE LA PRESSION DE L'AIR

SUR LA

MARCHE DES CHRONOMÈTRES

PAR LE D^r J. HILFIKER

Dans son mémoire classique : *Recherches sur le mouvement et la compensation des chronomètres*¹, Yvon Villarceau a proposé de représenter la marche des chronomètres à l'aide du théorème de Taylor. Si nous désignons par t l'époque moyenne d'une série de marches diurnes observées, par θ la température moyenne, par h la hauteur moyenne du baromètre, et par t' , θ' et h' les quantités qui correspondent aux marches individuelles observées, nous aurons d'après ce théorème de Taylor :

$$\begin{aligned}
 1) \quad y' = & y + \frac{dy}{dt} (t' - t) + \frac{dy}{d\theta} (\theta' - \theta) + \frac{dy}{dh} (h' - h) \\
 & + \frac{d^2y}{dt^2} \frac{(t' - t)^2}{1.2} + \frac{d^2y}{d\theta^2} \frac{(\theta' - \theta)^2}{1.2} + \frac{d^2y}{dh^2} \frac{(h' - h)^2}{1.2} \\
 & + \frac{d^2y}{dt d\theta} \frac{(t' - t)}{1} \frac{(\theta' - \theta)}{1} + \frac{d^2y}{dh dt} \frac{(h' - h)}{1} \frac{(t' - t)}{1} \\
 & + \frac{d^2y}{dh d\theta} \frac{(h' - h)}{1} \frac{(\theta' - \theta)}{1} \\
 & + \dots
 \end{aligned}$$

¹ Annales de l'Observatoire de Paris, mémoires in-4°, tome VII. Paris, 1863.

où y représente la marche qui correspond à l'époque t , à la température moyenne θ et à la pression barométrique moyenne h .

On sait que les huiles s'épaississent avec le temps et que le frottement des pivots augmente jusqu'à une certaine limite. Dans les chronomètres neufs, on constate souvent des variations dans l'état moléculaire des spiraux et toutes ces causes réunies ont pour effet d'accélérer la marche des chronomètres. Dans notre formule 1) $\frac{dy}{dt} (t' - t)$ et $\frac{d^2y}{dt^2} \frac{(t' - t)^2}{2}$ expriment cette variation de la marche qui est une simple fonction du temps.

$\frac{dy}{d\theta} \frac{(\theta' - \theta)}{1}$ et $\frac{d^2y}{dt^2} \frac{(\theta' - \theta)}{1.2}$ sont les variations qui dépendent de la température, et le terme :

$\frac{d^2y}{dt d\theta} (t' - t) (\theta' - \theta)$ s'explique par le fait que la température influe aussi sur les couches d'huile, qui se modifient avec le temps.

La troisième cause de perturbation pour la marche d'un chronomètre, qui entre dans notre formule, consiste dans l'influence des variations barométriques, laquelle, comme nous le verrons tout à l'heure, n'est pas négligeable ainsi qu'on l'a généralement supposé jusqu'à présent, et qui devient fort sensible pour des observations faites à des altitudes très différentes. Cette influence est représentée par les termes :

$$\begin{aligned} \frac{dy}{dh} (h' - h) + \frac{d^2y}{dh^2} \frac{(h' - h)^2}{2} + \frac{d^2y}{dh dt} (h' - h) (t' - t) \\ + \frac{d^2y}{dh d\theta} (h' - h) (\theta' - \theta) \end{aligned}$$

Un quatrième élément de perturbation a été signalé récemment par M. C.-F.-W. Peters, et consiste dans l'influence de l'humidité de l'air sur la marche des chronomètres ¹. M. Peters a constaté que, parmi les chronomètres qu'il a observés à l'Observatoire de Kiel, le plus grand nombre ont changé la marche dans le sens du retard, après avoir été transportés à bord des bâtiments, et il indique que, dans vingt-quatre cas où cette variation de la marche diurne a dépassé deux secondes, on a observé pour vingt-deux pièces un changement dans le sens positif (retard) et seulement deux fois une variation dans le sens contraire. Quelquefois la variation de la marche diurne a dépassé huit secondes et, pour une des pièces observées, on a pu constater une différence de treize secondes dans le sens du retard entre la marche observée à l'Observatoire et celle constatée à bord d'un navire. M. Peters a d'abord cherché à expliquer par différentes causes ce phénomène surprenant; ainsi il a examiné l'influence que pourrait exercer le mouvement du vaisseau sur la marche du chronomètre, mais il a constaté bientôt que ce changement de la marche a lieu aussi dans le cas où le bâtiment se trouve au repos complet. Il n'y avait pas moyen non plus d'expliquer cette variation ou par le transport des chronomètres à bord des vaisseaux, ou par le magnétisme des vaisseaux, des expériences particulières ayant démontré d'une manière définitive que ces influences n'étaient nullement en cause. M. Peters arriva enfin à supposer que le retard de la marche à bord du vaisseau s'expliquerait peut-être

¹ Voir : *Vierteljahrsschrift der astron. Ges.*, vol. XXII (1887), pages 284-292.

par l'influence de l'humidité de l'air, et il résulte d'une longue série d'observations de ce genre, que cette supposition est bien fondée, la variation de la marche diurne étant comprise dans la limite de $\frac{1}{25}$ de seconde à $\frac{1}{4}$ de seconde pour 1 % du degré de saturation de l'air.

Les résultats de M. Peters ont été confirmés par des essais qu'on a faits récemment dans ce domaine à l'Observatoire maritime de Hambourg¹, en sorte que nous devons introduire dans notre formule les termes qui dépendent de l'état de la saturation s de l'air. Ces termes sont les suivants :

$$\begin{aligned} \frac{dy}{ds}(s' - s) + \frac{d^2y}{ds^2} \frac{(s' - s)^2}{2} + \frac{d^2y}{ds dt}(s' - s)(t' - t) \\ + \frac{d^2y}{ds d\theta}(s' - s)(\theta' - \theta) + \frac{d^2y}{ds dh}(s' - s)(h' - h) \end{aligned}$$

Or, comme l'humidité de l'air influe surtout sur le spiral, qui présente une surface très considérable, il en résulte pour la technique l'introduction dans les chronomètres d'une fermeture hermétique, afin d'empêcher que l'air humide ne puisse pénétrer dans l'intérieur de la pièce; ce procédé constituerait en même temps le moyen le plus rationnel pour éviter l'influence des variations de la pression de l'air sur la marche des chronomètres.

Dans l'étude dont j'ai l'honneur de vous communiquer aujourd'hui les résultats obtenus jusqu'à présent,

¹ Voir : Bericht über die im Lichthofe der deutschen Seewarte vom 26. Januar bis 4. Juni 1888 ausgeführten Untersuchungen zur Ermittlung des Verhaltens von Marinechronometern bei verschiedenen Feuchtigkeitsgraden der atmosphärischen Luft. *Annalen der Hydrographie u. maritimen Meteorologie*, Heft III, 1889.

je me suis proposé de déterminer l'influence barométrique sur la marche des chronomètres. En m'appuyant sur le théorème de Taylor, j'ai commencé par la discussion d'une série de marches diurnes, observées pendant deux mois sur un excellent chronomètre de marine, avec mouvement auxiliaire électrique, de M. Paul-D. Nardin, au Locle. Cette pièce, que je désignerai par N_1 , possède un échappement à ressort et un spiral cylindrique en palladium. En me contentant du terme linéaire en $(h' - h)$, j'ai trouvé comme coefficient barométrique :

$$p = \frac{dy}{dh} = - 0^s,0068$$

C'est donc la variation de la marche diurne qui correspond à une augmentation de la pression barométrique de 1^{mm} . J'ai tenu à me procurer un contrôle rigoureux pour ce résultat, qui diffère sensiblement de ceux qu'on a obtenus pour les pendules normales de plusieurs observatoires astronomiques. En effet, on a trouvé pour les pendules :

Hipp, de notre Observatoire	$p = + 0,012^s$
Winnerl »	$+ 0,010$
Pendule normale de Pulkowa.	$+ 0,013$
» de Leyde	$+ 0,015$
» de Berlin	$+ 0,015$
» de Washburn Obser- vatory	$+ 0,012$
» de Zurich	$+ 0,015$

On voit que ces résultats s'accordent assez bien entre eux et que la moyenne est de $+ 0^s,013$.

Dans l'intervalle de temps, du 20 septembre jusqu'à la fin d'octobre 1888, j'ai pu exposer ce chronomètre

à une série d'expériences manométriques, qui se trouvent indiquées dans le tableau I. On voit tout d'abord qu'après les épreuves barométriques la marche n'est pas revenue à la marche normale à 1^s près; en effet, on trouve pour les trois essais une différence de marche avant et après l'épreuve barométrique :

1. + 1,27^s
2. + 1,09
3. + 0,89

Il est donc rationnel de combiner pour chaque essai la marche « sous cloche » avec la moyenne des deux marches qui la précèdent, et on trouve ainsi la variation pour 1^{mm} de pression barométrique :

1. — 0,0045^s
2. — 0,0050
3. — 0,0048

$$\text{Moyenne} \quad - 0,0048 \pm 0,0002^s$$

Avec ce même chronomètre j'ai fait des essais sur l'isochronisme des oscillations suivant le développement du grand ressort, et le résultat a été des plus satisfaisants. En effet, on a constaté une marche diurne de :

- 2^s,30 pr le développ^t du ressort de 0^h à 24^h, et de
 — 2^s,27 » » de 24^h à 48^h,

en sorte que la variation suivant le développement du ressort est seulement de 0^s,03.

M. Nardin a eu l'obligeance de mettre à ma disposition un autre chronomètre de marine sans mouvement auxiliaire électrique, que je veux désigner par N₂. Ce chronomètre a, comme le précédent, un spiral

cylindrique en palladium de la même longueur, mais d'un diamètre un peu différent; l'échappement est à ressort et, pour l'un comme pour l'autre, le balancier est d'une construction absolument identique. Voici les résultats obtenus pour cette pièce N₂ :

1 ^{er} essai,	$p = + 0^s,0162$,	différ. de la pression,	662 ^{mm}
2 ^{me} »	$p = + 0^s,0166$	»	623 ^{mm}
Moyenne	$p = + 0^s,0164$		

C'est-à-dire qu'en augmentant la pression atmosphérique de 100^{mm}, ce chronomètre retarde de 1^s,6, ou qu'en le transportant de Neuchâtel au bord de la mer, sa marche diurne changera de $\frac{6}{10}$ de seconde dans le sens du retard. Or, en supposant que la résistance de l'air soit proportionnelle au carré de la vitesse du balancier, on déduit, par des développements purement analytiques, que dans ce cas la résistance de l'air n'affecterait en rien la marche des chronomètres.

Mais les résultats obtenus pour les deux pièces N₁ et N₂ disent le contraire; d'après eux, l'influence de la résistance de l'air n'est nullement une quantité négligeable et elle varie dans des limites assez considérables, probablement suivant le mode de construction des organes principaux des chronomètres en question.

Pour trancher cette question, il était indispensable de continuer les essais sur d'autres pièces. C'est ce que j'ai fait avec quatre pièces appartenant à MM. Henri Grandjean & C^{ie}, au Locle.

Le manomètre qui a servi à mes premiers essais est un manomètre fermé, de trois décimètres de longueur, en sorte que j'ai été obligé d'exposer les chronomètres à une forte dépression. J'ai voulu éviter

cet inconvénient pour écarter la possibilité d'introduire dans la marche des pièces une nouvelle source de perturbation qui pourrait peut-être provenir d'un dérangement ou d'une déformation des couches d'huile. Grâce à l'obligeance de M. le Dr Hirsch, qui a bien voulu mettre à ma disposition une nouvelle cloche ainsi que deux manomètres — un manomètre anéroïde et un manomètre ouvert à mercure, — j'ai pu disposer les épreuves d'une manière plus efficace. J'ai exposé les chronomètres à des dépressions différentes, variant entre 50^{mm} et 250^{mm}, en me procurant ainsi le moyen de contrôler en même temps la constance du coefficient barométrique pour les différentes pressions. Voici les résultats obtenus pour les quatre pièces, que je désignerai par G_1 , G_2 , G_3 et G_4 :

G_1	$p = + 0^s 0043$	nombre des essais,	4
G_2	$p = + 0,0170$	»	2
G_3	$p = + 0,0084$	»	5
G_4	$p = + 0,0067$	»	2

L'erreur moyenne de ces résultats est comprise dans la limite de $\pm 0^s,0002$ et $\pm 0^s,0005$.

Comme on peut s'en convaincre par les tableaux III à VI, la marche des chronomètres est suffisamment bien revenue à la marche normale après les épreuves manométriques; en effet, on trouve comme différence de marche avant et après les essais barométriques :

	G_1	G_2	G_3	G_4
1 ^{er} essai	$- 0,17^s$	$+ 0,49^s$	$+ 0,05^s$	$- 0,26^s$
2 ^{me} »	$- 0,36$	$+ 0,44$	$+ 0,03$	$+ 0,09$
3 ^{me} »	$+ 0,15$		$- 0,19$	
4 ^{me} »	$- 0,02$		$+ 0,33$	

Quant à la constance du coefficient barométrique pour des pressions différentes, j'ai trouvé pour les pièces G_1 et G_3 :

1. G_1

Différence de la pression 74 ^{mm} ;	$p = +0,0033^s$
126	+ 0,0045
220	+ 0,0046
225	+ 0,0044

Moyenne $p = +0,0042 \pm 0,0003^s$

2. G_3

Différence de la pression 69 ^{mm} ;	$p = +0,0086^s$
127	+ 0,0095
172	+ 0,0078
209	+ 0,0072
231	+ 0,0093

Moyenne $p = +0,0086 \pm 0,0004^s$

c'est-à-dire que ce coefficient peut être envisagé comme une constante.

Pour les six chronomètres de marine qui ont servi aux épreuves manométriques, les valeurs de la variation, pour 1^{mm} de pression atmosphérique, sont comprises entre les extrêmes :

— 0^s,0048 et + 0^s,0170.

C'est là un résultat d'une certaine importance, car le fait que le coefficient barométrique change de signe pour la pièce N_1 semble indiquer qu'on peut arriver à une compensation parfaite en choisissant convenablement les dimensions des organes principaux du chronomètre. Nous avons vu que pour la pièce N_1 la régularité de la marche est indépendante

du développement du ressort; j'ai tenu à contrôler cet élément pour toutes les pièces et j'ai obtenu les résultats qui suivent :

Marche diurne pour le développement du ressort de	N ₁	N ₂	G ₁	G ₂	G ₃	G ₄
0 ^h à 24 ^h	— 2 ^s ,30	+ 0 ^s ,95	— 1 ^s ,17	— 3 ^s ,43	+ 2 ^s ,17	— 2 ^s ,89
24 ^h à 48 ^h	— 2 ^s ,27	— 0 ^s ,48	— 1 ^s ,20	— 3 ^s ,19	+ 2 ^s ,22	— 3 ^s ,35
Différence	+ 0 ^s ,03	— 1 ^s ,43	— 0 ^s ,03	+ 0 ^s ,24	+ 0 ^s ,05	— 0 ^s ,46
Variation moyenne diurne observée pendant 2 mois	± 0 ^s ,12	± 0 ^s ,20	± 0 ^s ,10	± 0 ^s ,16	± 0 ^s ,11	± 0 ^s ,12
Valeur maxima de la variat. diurne observée pendant 2 mois . .	0 ^s ,39	0 ^s ,84	0 ^s ,31	0 ^s ,52	0 ^s ,30	0 ^s ,33

Il en résulte que pour les pièces N₁, G₁, G₂ et G₃ le développement du ressort est resté sans influence trop sensible sur l'isochronisme des oscillations. Pour G₄ la différence est un peu trop forte, tandis que pour N₂ l'influence du développement du ressort dépasse la limite admissible. Aussi dois-je ajouter que le fabricant a fait corriger ce défaut.

Grâce à l'obligeance de MM. Paul Perret, à la Chaux-de-Fonds, et Ed. Barbezat, à Neuchâtel, j'ai pu étendre les épreuves manométriques à une demi-douzaine de chronomètres de poche. Chaque pièce a été soumise à deux essais, et les résultats ainsi obtenus s'accordent entre eux dans la limite de 1 à 2 millièmes de seconde. Voici les résultats obtenus (voir tableau VII) :

Nom	N°	Echappe- ment	Spiral	p
Paul Perret, Ch.-de-F.	2209	ancres	plat Ph.	+ 0 ^s ,0 16
id.	2205	„	„	+ 0 ^s ,014
id.	2199	„	„	+ 0 ^s ,022
id.	2216	„	„	+ 0 ^s ,020
id.	sans n°	bascule	cyl. Ph.	+ 0 ^s ,012
E. Barbezat, Neuchâtel	„	ressort	cyl.	+ 0 ^s ,013

On voit donc que pour les chronomètres de poche observés, le coefficient barométrique a varié dans une limite assez considérable et qu'en moyenne, et pour une différence d'altitude comme celle qui existe entre la Chaux-de-Fonds et Neuchâtel, la correction barométrique se rapproche d'une seconde.

Il est évident que la diminution de la résistance de l'air augmente sensiblement l'amplitude des oscillations du balancier; mais en se basant sur la condition qui se trouve réalisée par les courbes terminales des spiraux de M. Phillips, que le moment de la résistance élastique du spiral est proportionnel à l'angle dont le balancier est écarté de la position d'équilibre, on trouve que l'amplitude des oscillations du balancier ne figure pas dans l'expression de la durée d'une oscillation. En effet, si nous désignons le moment d'inertie du balancier par I, et par α l'angle dont le balancier est écarté de la position d'équilibre, nous partons de l'équation différentielle :

$$I \frac{d^2\alpha}{dt^2} = -m\alpha$$

où m représente une constante, et en observant que pour l'amplitude extrême α_0 , $\frac{d\alpha}{dt} = 0$, on trouve :

$$t = \pi \sqrt{\frac{I}{m}} \times \arcsin \frac{a}{a_0} + \text{constante}$$

et pour la durée totale :

$$T = \pi \sqrt{\frac{I}{m}}$$

D'après les recherches de M. Phillips, la constante m a pour valeur $\frac{E}{L}$, où E désigne le moment d'élasticité et L la longueur du spiral, et nous arrivons à la formule connue :

$$T = \pi \sqrt{\frac{LI}{E}}$$

La formule nous indique que, dans le cas où l'on est arrivé à un isochronisme parfait, l'influence barométrique ne peut dépendre que de la quantité E , qui sera modifiée par les variations de la pression atmosphérique. Mais, comme les régleurs préfèrent souvent donner à la marche un peu d'avance aux petites amplitudes, nous aurons probablement dans ce fait l'explication des phénomènes constatés.

I. N₁. — Chronomètre de marine N° 5/5806, de M. Paul-D. Nardin, au Loole, avec mouvement auxiliaire électrique, échappement à ressort, spiral cylindrique en palladium.

Variation pour 1° de température, + 0^s.01.

Date	Press. baro- métr ^e	Tempé- rature	Marche diurne observée	Marche réduite à 12 ^e	Variat. diurne	Observa- tions
1888	mm	°	s	s	s	
Sept ^{re} 20-21	723	15,5	+ 1.20	+ 1.17	+ 0,06	
21-22	723	15,4	+ 1.26	+ 1.23		
22-23	80	17,2	+ 4.14	+ 4.09		sous cloche
23-24	720	15,8	+ 2.54	+ 2.50	— 0,25	
24-25	718	16,2	+ 2.29	+ 2.25	— 0,03	
25-26	721	16,2	+ 2.26	+ 2.22	+ 0,11	
26-27	723	16,2	+ 2.37	+ 2.33	— 0,13	
27-28	722	16,1	+ 2.24	+ 2.20	+ 0,06	
28-29	721	15,9	+ 2.30	+ 2.26	+ 0,38	
29-30	714	15,7	+ 2.68	+ 2.64	— 0,05	
30- 0	713	15,0	+ 2.62	+ 2.59		
Oct ^{re} 1- 3	26	15,7	+ 6.08	+ 6.04		sous cloche
3- 4	713	13,6	+ 3.70	+ 3.68	+ 0,01	
4- 5	714	12,6	+ 3.70	+ 3.69	— 0,52	
5- 6	716	11,6	+ 3.17	+ 3.17	+ 0,17	
6- 7	717	11,0	+ 3.33	+ 3.34	— 0,26	
7- 8	717	10,5	+ 3.06	+ 3.08	— 0,03	
8- 9	715	9,6	+ 3.03	+ 3.05	+ 0,15	
9-10	716	9,1	+ 3.17	+ 3.20	+ 0,16	
10-11	721	9,0	+ 3.33	+ 3.36	— 0,03	
11-12	722	9,1	+ 3.30	+ 3.33	— 0,18	
12-13	720	8,5	+ 3.11	+ 3.15	+ 0,24	
13-14	715	8,6	+ 3.36	+ 3.39	— 0,02	
14-15	719	8,2	+ 3.33	+ 3.37	— 0,17	
15-16	725	8,5	+ 3.16	+ 3.20	+ 0,22	
16-17	724	8,6	+ 3.39	+ 3.42	— 0,08	
17-18	723	9,0	+ 3.31	+ 3.34	— 0,05	
18-19	724	9,0	+ 3.26	+ 3.29	— 0,03	
19-20	725	8,8	+ 3.23	+ 3.26	+ 0,08	
20-21	727	8,8	+ 3.31	+ 3.34	— 0,18	
21-22	727	8,9	+ 3.13	+ 3.16	+ 0,12	
22-23	726	9,4	+ 3.25	+ 3.28		
23-24	99	12,4	+ 6.28	+ 6.28		sous cloche
24-25	726	9,6	+ 4.15	+ 4.17	+ 0,07	
25-26	728	9,8	+ 4.22	+ 4.24	— 0,30	
26-27	731	10,0	+ 3.92	+ 3.94		

II. N. — Chronomètre de marine N° 147107, de M. Paul-D. Nardin,
au Locle. Echappement à ressort, spiral cylindrique en palladium.

Variation pour 1° de température, — 0°,03.

Date	Press. baro- métr.	Tempé- rature	Marche observée	Marche réduite à 9°	Observations
1888					
Octre 15-16	725 ^{mm}	8,5 ^o	+ 0,06 ^s	+ 0,04 ^s	sous cloche
16-17	724	8,6	+ 0,22	+ 0,21	
17-18	723	9,0	+ 0,12	+ 0,12	
18-19	62	11,1	— 10,35	— 10,29	
19-20	725	8,8	+ 0,74	+ 0,73	
20-21	727	8,8	— 0,11	— 0,12	sous cloche
21-22	727	8,9	+ 0,01	+ 0,01	
22-23	103	13,1	— 9,47	— 9,35	
23-24	726	9,8	+ 1,97	+ 1,99	
24-25	726	9,6	+ 1,73	+ 1,75	
25-26	728	9,8	+ 1,62	+ 1,64	
26-27	731	10,0	+ 1,45	+ 1,48	
Novre					
7- 8	716	9,2	+ 0,81	+ 0,82	le ressort se déve- loppe de 24 à 48 ^h
8- 9	717	9,2	+ 0,92	+ 0,93	
9-10	716	9,0	— 0,46	— 0,46	
10-11	720	8,6	+ 1,00	+ 0,99	id.
11-12	720	8,6	— 0,65	— 0,66	
12-13	716	9,8	+ 1,09	+ 1,11	
13-14	715	10,0	+ 0,89	+ 0,92	id.
14-15	725	10,0	— 0,39	— 0,36	
15-16	730	10,4	— 0,49	— 0,45	
16-17	728	10,8	+ 1,13	+ 1,18	
17-18	727	11,0	+ 0,76	+ 0,84	

Le 18, repris par le fabricant.



Octobre 15-27.

Moyenne de la press. atmosph. : 726^{mm}; marche moy. : + 0^s,78
 , press. sous cloche : 82^{mm}; , — 9^s,82

$$p = + 0^s,0165$$

III. G.₁. — Chronomètre de marine N° 96. Echappement à ressort, spiral cylindrique à deux courbes Phillips.

Variation pour 1° de température, — 0°,05.

Date	Press. barométr.	Température	Marche observée	Marche réduite à 9°	Observations
1888 Déc ^r 30-31	mm 718	° 9,8	— 1,30	— 1,26	pas remonté à midi; le ressort se développe de 24 à 48 ^h .
31- 0	719	9,8	— 1,22	— 1,18	
1889 Janvier 1- 2	720	8,7	— 1,14	— 1,16	id.
2- 3	728	7,6	— 1,07	— 1,14	
3- 4	730	7,8	— 1,14	— 1,20	sous cloche
4- 5	726	7,8	— 1,08	— 1,14	
5- 6	725	8,5	— 1,06	— 1,09	sous cloche
6- 7	504	11,8	— 2,33	— 2,19	
7- 8	722	6,8	— 1,15	— 1,26	sous cloche
8- 9	493	10,7	— 2,51	— 2,42	
9-10	713	7,5	— 1,54	— 1,62	sous cloche
10-11	711	7,6	— 1,47	— 1,54	
11-12	708	8,3	— 1,37	— 1,41	sous cloche
12-13	708	8,4	— 1,40	— 1,43	
13-14	640	9,9	— 1,69	— 1,64	sous cloche
14-15	719	7,6	— 1,26	— 1,33	
15-16	594	10,1	— 1,91	— 1,86	sous cloche
16-17	722	6,9	— 1,25	— 1,35	

Janvier 3-17.

Moyenne de la press. atmosph. : 718^{mm}; marche moy. : — 1^s,34

„ press. sous cloche : 558^{mm}; „ — 2^s,03

$$p = + 0^s,0043$$

En combinant les marches « sous cloche » avec les marches environnantes sous pression

normale, on déduit de nouveau $p = + 0^s,0043$

Moyenne . . . $p = + 0^s,0043$

IV. G., — Chronomètre de marine N° 110. Echappement à ressort, spiral cylindrique à deux courbes Phillips.

Variation pour 1° de température, + 0°,06.

Date	Press. barométr.	Température	Marche observée	Marche réduite à 9°	Observations
1889	mm	°	s	s	
Janvier 1-2	720	8,7	— 3,64	— 3,62	
2-3	728	7,6	— 3,72	— 3,64	
3-4	730	7,8	— 3,60	— 3,53	
4-5	529	13,2	— 6,59	— 6,84	sous cloche
5-6	725	8,5	— 3,07	— 3,04	
6-7	722	7,7	— 3,30	— 3,22	
7-8	492	10,0	— 6,69	— 6,75	sous cloche
8-9	719	7,5	— 2,87	— 2,78	
9-10	713	7,5	— 3,20	— 3,11	
10-11	711	7,6	— 3,05	— 2,97	
11-12	706	8,3	— 3,29	— 3,25	pas remonté; le ressort se développe de 24 à 48 ^h
12-13	708	8,4	— 3,56	— 3,52	
13-14	715	8,2	— 3,39	— 3,34	
14-15	719	7,6	— 3,21	— 3,13	id.

Le 15, on vient reprendre le chronomètre.

Janvier 1-11.

Moyenne de la press. atmosph. : 721^{mm}; marche moy. : — 3^s,24
 „ press. sous cloche : 510^{mm}; „ — 6^s,80

$$p = + 0^s,0169$$

La combinaison de la marche « sous cloche »
 avec les marches environnantes sous pres-

sion normale donne $p = + 0^s,0171$

Moyenne . . . $p = + 0^s,0170$

V. G., — Chronomètre de marine N° 111. Echappement à ressort, spiral cylindrique à deux courbes Phillips.

Variation pour 1° de température, — 0^s,03.

Date	Press. barométr.	Température	Marche observée	Marche diurne réduite à 9°	Observations
1888	mm	°	s	s	
Déc 30-31	718	9,8	+ 1,96	+ 1,98	
31- 0	488	11,6	— 0,22	— 0,14	sous cloche
1889					
Janvier 1- 2	720	8,7	+ 2,04	+ 2,03	
2- 3	516	9,5	+ 0,51	+ 0,53	sous cloche
3- 4	730	7,8	+ 2,10	+ 2,06	
4- 5	726	7,8	+ 2,22	+ 2,18	pas remonté; le ressort se développe de 24 à 48 ^h
5- 6	725	8,5	+ 2,20	+ 2,18	
6- 7	722	7,7	+ 2,32	+ 2,28	
7- 8	722	6,8	+ 2,31	+ 2,24	
8- 9	719	7,5	+ 2,30	+ 2,26	id.
9-10	646	11,4	+ 1,50	+ 1,57	sous cloche
10-11	711	7,6	+ 2,11	+ 2,07	
12-13	586	11,3	+ 0,97	+ 1,04	sous cloche
13-14	715	8,2	+ 2,42	+ 2,40	
14-15	543	10,9	+ 0,99	+ 1,05	sous cloche

Le 15, le fabricant vient reprendre son chronomètre.

Décembre 30-Janvier 15.

Moyenne de la press. atmosph.: 721^{mm}; marche moy.: + 2^s,17

» press. sous cloche: 556^{mm}; » + 0^s,81

$$p = + 0^s,0082$$

En combinant les marches « sous cloche » avec les marches environnantes sous pression normale et en prenant la moyenne simple,

on trouve. $p = + 0^s,0085$

Moyenne . . . $p = + 0^s,0084$

VI. G. — Chronomètre de marine N° 112. Echappement à ressort, spiral cylindrique à deux courbes Phillips.

Variation pour 1° de température, + 0°,03.

Date	Press. barométr.	Température	Marche observée	Marche réduite à 9°	Observations
¹⁸⁸⁸ Déc ^{re} 31- 0	mm 719	° 9,8	— 2,84	— 2,86	
¹⁸⁸⁹ Janvier 1- 2	720	8,7	— 2,96	— 2,95	
2- 3	728	7,6	— 3,03	— 2,99	
3- 4	545	13,3	— 4,18	— 4,31	sous cloche
4- 5	727	7,9	— 3,28	— 3,25	
5- 6	542	11,9	— 4,26	— 4,35	sous cloche
6- 7	722	7,6	— 3,20	— 3,16	
7- 8	722	6,8	— 3,29	— 3,22	
8- 9	719	7,5	— 3,67	— 3,62	pas remonté; le ressort se développe de 24 à 48 ^h
9-10	713	7,5	— 2,91	— 2,86	
10-11	711	7,6	— 2,83	— 2,79	
11-12	706	8,3	— 3,12	— 3,10	id.
12-13	708	8,4	— 2,83	— 2,81	
13-14	715	8,7	— 2,79	— 2,78	
14-15	719	7,6	— 3,38	— 3,34	id.

Décembre 31-Janvier 8.

Moyenne de la press. atmosph. : 723^{mm}; marche moy. : — 3°,07

„ press. sous cloche : 544^{mm}; „ — 4°,33

$$p = + 0°,0070$$

La combinaison de la marche « sous cloche »

avec les marches environnantes sous pres-

sion normale donne 1. + 0°,0065

2. + 0°,0063 + 0°,0064

Moyenne . . . p = + 0°,0067

VII.

Chronomètres de poche de M. Paul Perret, à la Chaux-de-Fonds.

Date	Pression barométrique	Température	No 2209		No 2205		No 2199		No 2216		Sans No		Observa- tions
			Marche diurne	Variat. diurne	Marche diurne	Variat. diurne	Marche diurne	Variat. diurne	Marche diurne	Variat. diurne	Marche diurne	Variat. diurne	
1888	mm	°											
Sept. 20-21	723	16,9	0,0	+ 0,9	- 5,1	+ 0,4	+ 2,0	- 0,4	+ 0,6	+ 0,6	+ 12,8	+ 0,0	s ^e cloche
21-22	724	16,8	+ 0,9		- 4,7		+ 4,6		+ 4,2		+ 12,8		
22-23	80	17,2	- 8,7		- 13,0		- 13,6		- 7,8		+ 6,0		
23-24	721	17,6	+ 0,8	+ 0,4	- 3,4	- 0,1	- 2,5	+ 0,1	+ 3,8	- 0,1	+ 15,0	+ 2,1	s ^e cloche s ^e cloche
24-25	718	17,9	+ 1,2		- 3,5		- 2,4		+ 3,7		+ 17,1		
25-26	47	17,7	- 10,4		- 13,3		- 17,7		- 8,5		+ 6,4		
26-27	35	17,7	- 10,5		- 12,7		- 18,5		- 6,1		+ 3,7		s ^e cloche s ^e cloche
27-28	722	17,3	+ 1,2	0,0	- 3,4	- 0,2	- 3,9	- 0,7	+ 6,3	+ 1,0	+ 9,6	+ 2,0	
28-29	721	17,2	+ 1,2		- 3,3		- 4,6		+ 7,3		+ 11,6		
Moyenne de la pression atmosph.	722		+ 0,9		- 3,9		- 1,6		+ 7,6		+ 13,2		
Pression moyenne, sous cloche	54		- 9,9		- 13,0		- 16,6		- 7,5		+ 5,4		
$p = + 0,016$													
La comb. de la m. (1 ^{er} essai			+ 0,016		+ 0,014		+ 0,022		+ 0,023		+ 0,012		
"sous cloche", avec (2 ^e			+ 0,016		+ 0,015		+ 0,022		+ 0,017		+ 0,012		
les m. env. donne (2 ^e			+ 0,017		+ 0,014		+ 0,022		+ 0,019		+ 0,012		
Moyenne définitive													
			+ 0,016		+ 0,014		+ 0,022		+ 0,020		+ 0,012		

VIII. — Chronomètre de poche de M. Ed. Barbezat, à Neuchâtel.
Echappement ressort à détente, spiral cylindrique.

Date	Pression baro- métrique	Tempé- rature	Marche diurne	Variat. diurne	Observations
1888	mm	°	s		
Novembre 7- 8	716	12,9	+ 3,8	+ 0,4	
8- 9	717	12,9	+ 4,2	0,0	
9-10	716	12,6	+ 4,2		
10-11	16	12,3	— 5,1		sous cloche
11-12	16	13,4	— 3,0		sous cloche
12-13	716	14,2	+ 6,2	— 1,5	
13-14	715	13,8	+ 4,7	+ 1,1	
14-15	725	13,7	+ 5,8		

Moyenne de la press. atmosph.: 718^{mm}; marche moy.: + 4^s.8

» press. sous cloche: 16^{mm}; » — 4^s.1

$$p = + 0^s,013$$



SUR LE DOSAGE DU FUSEL

DANS LES SPIRITUEUX

PAR M. LE PROFESSEUR O. BILLETER

Si l'on entend désigner par le terme de *fusel* l'ensemble des alcools dits supérieurs, et notamment l'alcool amylique accompagnant l'alcool éthylique dans les spiritueux, on le remplace avantageusement par celui d'*impuretés alcooliques*, adopté dans la législation fédérale.

Les deux procédés actuellement en usage pour le dosage des impuretés alcooliques sont : celui de Traube, basé sur la différence de capillarité qui existe entre l'alcool éthylique et les alcools supérieurs, et surtout celui de Røese, dans lequel on déduit la teneur en impuretés alcooliques de l'augmentation de volume que subissent 20^{cm}³ de chloroforme, après agitation avec 100^{cm}³ du liquide à examiner, amenés préalablement à 20 degrés de Tralles. Les deux méthodes sont susceptibles d'une précision suffisante, mais exigent des soins minutieux dans l'exécution.

Les expériences faites au laboratoire cantonal, par les soins de M. le Dr Strohl, ont démontré que, lorsqu'il s'agit d'eaux-de-vie réelles, telles que cognacs, eaux-de-vie de marc, de lie, etc., il ne suffit nullement de distiller préalablement la liqueur à examiner avec quelques gouttes de potasse caustique, comme

cela est prescrit ordinairement, mais qu'il est alors nécessaire de faire bouillir pendant une demi-heure à une heure au réfrigérant ascendant, avec 10 % de potasse caustique, avant de distiller, afin de saponifier l'arome éthéré et de résinifier complètement l'aldéhyde. Si on ne prend pas cette précaution, les éthers de l'arome, non décomposés, se dissolvent dans le chloroforme et contribuent ainsi à l'augmentation de volume; l'aldéhyde, incomplètement résinifiée, passe également à la distillation, communique une coloration jaune au liquide distillé et fausse les résultats au capillarimètre de Traube.

Pour obtenir une ébullition régulière dans la distillation qui suit le traitement à la potasse, il est bon d'introduire dans le ballon une étoile en platine et une ou deux boulettes en charbon, qu'on obtient en calcinant des pois jaunes dans un creuset de Hesse.

Sans discuter ici la question de savoir si c'est réellement aux impuretés alcooliques qu'il convient d'attribuer la principale influence dans les propriétés nocives des eaux-de-vie, rappelons cependant que les alcools supérieurs ne sont pas toxiques au même degré et que, par exemple, les eaux-de-vie à base de raisin, qui renferment, en fait d'alcools supérieurs, une proportion relativement considérable d'alcool butylique, ne sont pas immédiatement comparables, quant à leur richesse, en impuretés alcooliques, aux eaux-de-vie d'une autre origine.



FORMATION

DE

quelques sources du Jura neuchâtelois et en particulier de la source néocomienne de Bonvillars

PAR G. RITTER, INGÉNIEUR CIVIL

Le massif jurassique compris entre les Gorges de la Reuse et le lac de Neuchâtel a donné lieu, comme hydrologie, à des théories curieuses qui ont suscité de nombreuses controverses dans notre Société.

Nos Bulletins des dernières années renferment, sur ces études, des appréciations fort diverses, parmi lesquelles nous avons vu figurer l'opinion ou pour mieux dire l'hypothèse que certaines sources, jaillissant des flancs du Jura, recevaient leur alimentation d'eau au moyen de l'absorption de la pluie par des bancs du jurassique supérieur, s'étendant à 3, 4, 5, voire même jusqu'à 10 et 20 kilomètres de distance de ces sources.

Cette opinion prenait une forme concrète à propos des sources de Combe-Garrot, dont l'alimentation devait ainsi provenir des flancs de la montagne de Boudry, du Mont-Aubert qui fait suite, et même de la côte du Jura située plus à l'Ouest.

A cette occasion, il ne me fut pas difficile de démontrer que les flancs de toute cette côte absorbante étaient saignés par une foule d'exutoires que

j'étudiai en détail, savoir : le ruisseau de Boudry ou de Belmont, celui des Sagnes de Bevaix et de Treytel, celui du Château de Gorgier et des Tannes de Gorgier, enfin le ruisseau de Saint-Aubin, pour lesquels, non seulement les volumes écoulés annuellement, mais encore l'altitude de leur sortie du flanc de la montagne, démontraient, avec la dernière évidence, que toute cette masse du jurassique supérieur, saignée de la sorte, ne laissait que peu ou point d'eau disponible pour aller alimenter souterrainement les sources de Combe-Garrot, sources donnant jusqu'à 18 000 litres d'eau par minute à leur point de sortie dans la Reuse.

Telle fut la raison pour laquelle, voulant passer sur tous ces arguments fort embarrassants pour la théorie émise, d'une alimentation à distance presque indéfinie comme longueur de la masse alimentaire imprégnée, les partisans de ce système poussèrent jusqu'à 20 kilomètres, et même au delà, la zone des arrivages possibles de l'eau d'alimentation de ces sources.

Or, j'ai pu me convaincre depuis que l'étude que j'avais faite seulement sur 6 à 7 kilomètres, et qui réduisait à néant une semblable théorie d'alimentation à grande distance, s'appliquait indéfiniment au delà et que les mêmes calculs et les mêmes facteurs qui lui servaient de base se retrouvaient aussi démonstratifs sur une étendue plus que double de celle étudiée.

En effet, au delà de Saint-Aubin nous trouvons : le ruisseau de Vaumarcus, les sources de la Raisse, celles de la Lance, celles de Bonvillars, de Fontaines, enfin les sources multiples de l'Arnon, qui toutes

saignent les flancs du Jura à des niveaux bien inférieurs à celui des sources de Combe-Garrot, dont l'altitude est à 575 pour l'une et 545 mètres pour l'autre au-dessus de la mer.

Appelé à m'occuper des sources de Bonvillars, à propos d'une expertise concernant leur utilisation pour l'alimentation de ce village, j'eus à donner mon appréciation sur leur formation et leur provenance.

Cette étude me permit une fois de plus de constater que partout, sur le flanc du Jura, la sortie des sources est provoquée par des causes ordinairement les mêmes, causes dont l'étude attentive conduit à démontrer, non plus pratiquement et seulement par des volumes écoulés ou des quantités d'eau tombées, comme je l'avais fait précédemment, mais par des démonstrations hydrostatiques et dynamiques relatives à l'état des eaux dans les couches absorbantes, que les écoulements souterrains latéraux sont impossibles à de très grandes distances.

Ces écoulements sont limités et restreints, en raison de certains facteurs que je vais énumérer et dont l'exposé est le but scientifique de cette communication.

Il est bien entendu que cela ne concerne que les roches absorbantes de côtes analogues aux flancs Sud de la montagne de Boudry et non point les couches similaires synclinales des vallées, dont la rencontre forme d'immenses chenaux souterrains, comme au Val-de-Travers, dont les eaux d'imprégnation viennent alimenter le bassin souterrain de Noiraigue, ou comme au Val-de-Saint-Imier, où les sources de la Doux, de la Raissette à Cormoret, et la magnifique source du Bez, à Corgémont, servent d'exutoires à

ces eaux souterraines, ou encore comme au vallon de la Sagne et du Val-de-Ruz, dont les eaux de la Noirraigue et de la Serrière sont le produit.

Abordons maintenant la question et tout d'abord rendons-nous bien compte de l'emmagasinement de l'eau. En général, nous avons ici affaire aux bancs du jurassique supérieur, aux roches ordinairement fissurées, craquelées, quelquefois presque réduites à l'état de véritables brèches, et munies, en conséquence, indépendamment des surfaces séparatives des bancs auxquels on a donné le nom de lits, d'un véritable canevas ou treillis de surfaces non moins séparatives dans tous les sens, des matières plus ou moins clivées ou déchiquetées qui constituent en somme chaque banc.

Les ouvriers carriers ont décoré toutes ces séparations des matières, des noms de découches, déroutés, lanures, fils, poils, bavures, etc., etc., suivant qu'il s'agit de grandes séparations ou de petits clivages, en lesquels la masse exploitée par eux se détache naturellement en fragments ou lamelles de toutes formes et dimensions.

Certains bancs sont tellement morcelés qu'on leur a donné en géologie le nom de bancs à chaille, nom signifiant débris de carrière; ces bancs, par l'action de l'air et de l'humidité, tombent en fragments analogues à l'empierrement ou pierre cassée qui sert à recharger les routes; d'autres dont la base est plus magnésienne que calcaire, se réduisent en poussière sous la même action, et leur solubilité est telle que les fissures, couloirs et même cavernes qui s'y creusent en font les artères ordinaires et principales de l'écoulement de l'eau dans le massif jurassique supérieur.

La masse d'eau imprégnée, dite de carrière, à la façon de notre système cellulaire imprégné de sang, trouve dans ces petites fissures les vaisseaux qui lui servent de passage, et dans les grandes fissures, couloirs et cavernes, les grandes artères et les ventricules qui lui servent de réservoirs et de régulateurs.

Tels sont les vides absorbants et conducteurs de l'eau de pluie, devenue de l'eau de porosité ou de carrière, qui imprègne les granules constituant la masse et humecte les molécules de la substance rocheuse. Tel calcaire absorbe jusqu'à 20 ou 30 % d'eau de carrière, et desséché, diminue de son poids, sans changer de composition, de 10 à 15 %. Les calcaires dolomitiques sont beaucoup plus imprégnables en raison de leur porosité, et la magnésie carbonatée qui s'y trouve étant plus soluble que la chaux, l'action des eaux les dissout, les ronge et y creuse enfin plus facilement, par érosion, des cavités qui font de ce calcaire, comme il vient d'être dit, le conducteur ordinaire des eaux emmagasinées.

De là aussi les admirables cavernes que l'on rencontre dans ces bancs de dolomie ou jaluse de notre Jura.

Aux Gorges de la Reuse, la captation des sources alimentaires de nos distributions d'eau a mis fréquemment à jour de ces bancs caverneux conducteurs des eaux.

Les bancs dolomitiques existent en divers points *ddd* de l'épaisseur du terrain jurassique et surtout en couches puissantes près de la surface supérieure, ils facilitent ainsi l'arrivage des eaux aux sources par de véritables réseaux de vides, qui pénètrent ainsi la masse absorbante à diverses profondeurs (voir fig. I).

Le jurassique supérieur, qui atteint 250 à 300 mètres d'épaisseur chez nous, se gorge donc de l'eau pluviale absorbée sous une pression, pour ses couches inférieures supposées horizontales, de 25 à 30 atmosphères; en y ajoutant la pression qui résulte de la déclivité des bancs, on aura assurément souvent des pressions atteignant 50 ou même 70 à 80 atmosphères (voir fig. II).

Avec ces pressions, et malgré les frottements énormes qui font obstacle, l'écoulement des eaux par les fissures est accéléré et facilité singulièrement et, pour peu que, dans la masse encaissante imperméable, il se présente un point bas, on peut être certain que là, sous ces fortes pressions, les eaux se frayeront un écoulement au travers de quelque fissure agrandie; avec le temps celle-ci deviendra l'exutoire naturel de toute une surface dont la masse absorbante sous-jacente sera l'élément alimentaire.

La plupart des sources viennent ainsi sourdre dans des points à bas niveau des masses encaissantes et la multiplicité des fissures et surtout les nombreux vides des roches dolomitiques sont la cause principale de la multiplicité des sources de notre Jura.

Presque toutes les sources que j'ai citées viennent sourdre dans ces conditions et la plupart d'entre elles ont frayé, avec le temps, dans la masse encaissante, des ravins plus ou moins profonds. La Serrière, les sources du Château de Gorgier et les Tannes de ce village, ainsi que le ruisseau de Saint-Aubin, ont raviné ainsi les terrains dans lesquels ils se sont frayé leur passage, tandis que les sources de Bevaix, de la Raisse, de Bonvillars, de Fontaines, ainsi que celles

de l'Arnon viennent sourdre de la roche sans avoir opéré aucun ravinement considérable.

Quel que soit le mode suivant lequel les sources émergent, les causes productrices de l'eau, c'est-à-dire de son emmagasinement, de sa descente lente dans la masse absorbante alimentaire, enfin de son apparition à la surface, sont les mêmes, malgré les variantes que présente leur mode de sortie.

Chacun comprendra avec la dernière facilité que tous les niveaux $a b$, déterminés par les orifices d'échappement des nombreuses sources que je viens de citer, ne laissent aucune possibilité à des écoulements d'eau latéraux considérables à de grandes distances (voir fig. III); cette coupe représente une source avec la masse rocheuse perméable, imprégnée pleinement jusqu'à un certain niveau $a b$, niveau qui varie évidemment chaque jour et règle la vitesse de descente des eaux vers l'orifice de la source ainsi que son débit.

Les fig. IV, V et VI représentent, en projection verticale, les divers niveaux $a b$, $a' b'$, $a'' b''$, $a''' b'''$, correspondant aux sources A , A_1 , A_2 , A_3 , venant sourdre au-dessus de la ligne hachée $s s s s$ représentant le profil du terrain encaissant imperméable, qui force la sortie de l'eau aux divers points bas de sa silhouette enveloppante.

Supposons un instant les diverses sources A , A_1 , A_2 , A_3 susceptibles du même débit, il est certain que les sources A et A_2 situées plus bas que les deux autres A_1 et A_3 débiteront en hautes eaux, par appel latéral, un certain volume des eaux qui se fussent écoulées par ces dernières si les sources A et A_2 n'existaient pas. Pendant les eaux moyennes (fig. V), cet appel

latéral de certaines sources aux dépens des autres diminuera avec l'égalisation des divers niveaux $a\ b$, $a'\ b'$, $a''\ b''$, $a'''\ b'''$. Enfin, pendant les basses eaux (fig. VI), les deux sources A et A_2 fonctionneront encore, alors que les sources A_1 et A_3 seront à sec.

C'est la démonstration évidente que le jurassique supérieur, saigné comme il l'est par les nombreuses sources indiquées de Boudry à Yverdon, émergeant à des niveaux inférieurs à celui des sources de Combe-Garrot, ne saurait fournir à celles-ci la moindre eau venant de très loin, et que si une répartition se produit souterrainement, ce fait ne pourra avoir lieu qu'entre les eaux de sources immédiatement voisines.

J'ajouterai que de fortes chutes d'eau en certains points, alors qu'il y a pénurie de pluie ailleurs, pourront accentuer un peu ce tribut payé momentanément par les masses alimentaires de certaines sources à d'autres sources voisines, mais jamais de manière à ne plus influencer celles-ci pour aller enrichir à 10, 15 ou 20 kilomètres de distance une source spéciale sortant des bancs de la même côte jurassique.

Passons maintenant à la source de Bonvillars, dont je voudrais voir publier dans notre Bulletin les quelques observations qui suivent. Cette source, comme en général la plupart des précédentes, vient sourdre du néocomien ou crétacé. La masse néocomienne marneuse lui sert de lit d'émergement et le valangien rouge est la roche d'où elle s'échappe de la masse absorbante. Le profil du système de cette source est à peu près celui de la fig. VII; la légende, qui accompagne cette figure, indique suffisamment le mode d'alimentation de cette source, qui vient sourdre dans

l'affleurement des marnes néocomiennes *e*, retenues à leur niveau sans érosion possible, par une légère surélévation du banc de néocomien jaune *f*.

Depuis la voûte oxfordienne *a b c* du sommet de la montagne au point de sortie de la source, il est facile de trouver les $4\frac{1}{2}$ kilomètres carrés qui, avec 30 % d'absorption de l'eau tombée, fournissent les 3750 mètres cubes que débite journellement cette source en moyenne.

Avec 20 % d'absorption seulement, cette surface alimentaire devient $6\frac{3}{4}$ kilomètres carrés.

Un coup d'œil jeté sur la carte géologique ne laisse aucun doute sur l'existence certaine d'une semblable surface alimentaire.

Le volume débité par cette belle source a été fixé par les jaugeages de M. Criblet, ingénieur à Yverdon, à l'étiage, à 41 litres par seconde et, en temps ordinaire, à 50 litres; en hautes eaux, le volume ne dépasse guère 55 litres. Conditions excellentes pour assurer à la fois la marche du moteur qui élèvera l'eau et le volume nécessaire à l'alimentation du village de Bonvillars. La composition de cette eau est excellente : l'analyse faite par M. Bischoff indique, par litre, 0^g,240 de matières solides, dont 0^g,20 de calcaire, le reste constitué par des chlorures, sulfates et azotates. Quant aux matières organiques, le chimiste indique qu'il n'y en a que peu et pas de mauvaise nature.

Qu'il me soit permis de terminer par les quelques conclusions qui suivent.

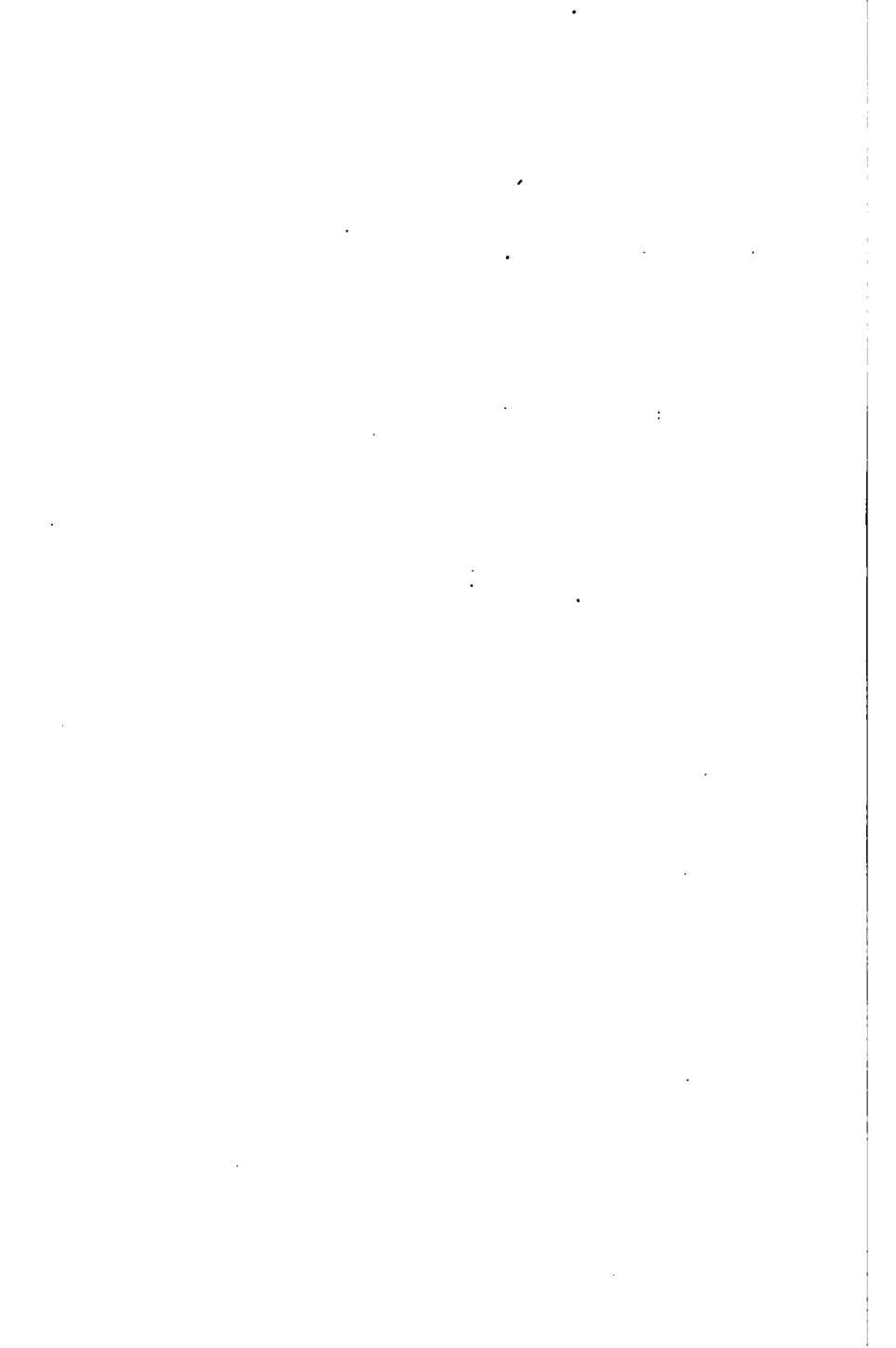
Le vase, qu'on appelle sur cette côte de la montagne de Boudry le terrain perméable aux pluies, est

un parallélipipède ou plutôt une immense dalle spongieuse inclinée, enserrée entre deux matelas imperméables : l'un inférieur, l'oxfordien, marneux, qui ne peut laisser échapper aucune eau, l'autre, le néocomien, marneux également, qui recouvre la dalle sur le pied de la montagne seulement à des hauteurs variables, et dont chaque point bas est dû à l'effet de l'érosion des eaux torrentielles ou surgissantes de la dalle engorgée.

Toutes ces sources saignent le banc ou dalle imprégnée (fig. X), de telle façon que leur influence de succion sur la masse des eaux emmagasinées pourrait être représentée par une ligne sinueuse, dont l'amplitude des sinuosités dépend : 1^o de la puissance d'écoulement ou grandeur de l'orifice de la source ou en d'autres termes de son débit ; 2^o de son altitude, car plus elle sera basse, plus elle sera capable d'attirer à soi un plus fort volume d'eau emmagasinée ; 3^o enfin, d'un grand nombre de facteurs secondaires, inclinaison des bancs, porosité, fissuration, etc.

Une étude approfondie des débits de toutes les sources qui sucent la masse imperméable du jurassique de nos coteaux, débits comparés avec la masse d'eau tombée, permettrait d'établir une épure véritable des zones ou surfaces qui doivent alimenter chaque source, ou tantôt l'une ou tantôt l'autre voisine, suivant les hauteurs atteintes par l'imprégnation ; ces hauteurs doivent être proportionnelles à l'eau tombée en dessous de la limite jusqu'où tout est absorbé, et parallèlement à la courbe qui figure cette limite, lorsqu'il y a refus partout, c'est-à-dire





lorsque les torrents de surface suppléent à la fonction absorbante comme trop-plein.

Telle serait la véritable et utile carte hydrologique à établir pour écrire l'histoire définitive de nos belles sources jurassiques. Une œuvre pareille ferait honneur à Messieurs nos géologues et hydrologues. Ils feront bien d'y songer.



SUR LE DOSAGE DE L'AMIDON

DANS LE CHOCOLAT

PAR M. O. BILLETER, PROFESSEUR

Le dosage de l'amidon dans le chocolat a de l'importance lorsqu'il s'agit d'évaluer la proportion d'amidon étranger qui peut avoir été ajoutée aux ingrédients naturels du chocolat, cacao et sucre.

Le cacao naturel renferme déjà une certaine quantité d'amidon. Si cette dernière était sensiblement constante, il serait possible de déduire la proportion d'amidon étranger introduite dans un chocolat, en défalquant de sa richesse totale en matière amylacée la fraction qui provient du cacao. Mais, abstraction faite de ce que déjà la dose de cacao pur qui est entrée dans la fabrication du chocolat ne peut être évaluée qu'approximativement, la richesse du cacao en amidon varie entre des limites très étendues, de sorte que l'erreur moyenne pourrait, dans le procédé indiqué, dépasser facilement la quantité à évaluer.

Le seul procédé que nous pouvons dès lors recommander consiste à compter, avec un grossissement d'environ 100 diamètres, le nombre des globules d'amidon étranger qui se trouvent dans une goutte d'une émulsion faite avec le chocolat préalablement dégraissé et un poids connu d'eau, ou mieux de glycérine, et de comparer ce nombre avec ceux qu'on

aura trouvés en opérant de la même manière sur des mélanges de chocolat pur avec des proportions connues de la même espèce d'amidon.

Les grains des diverses espèces d'amidon qui peuvent être employées pour ces mélanges se distinguent toujours facilement des grains d'amidon extrêmement petits du cacao. Mais il faut, en outre, avoir reconnu sûrement l'espèce d'amidon dont le fabricant se sera servi si l'on veut arriver à des résultats approximativement exacts.

Des porte-objets divisés en petits carrés faciliteront l'opération. Aussi fera-t-on bien de colorer en bleu l'amidon au moyen de la teinture d'iode.

La précision de la méthode n'est pas très grande, vu les petites quantités sur lesquelles on peut opérer à la fois, mais en prenant la moyenne de plusieurs opérations, on arrive cependant à des résultats parfaitement satisfaisants.



COURBES ET ÉQUATIONS DE MORTALITÉ

PAR M. L. ISELY, PROFESSEUR.

Parmi les applications intéressantes de la méthode des coordonnées cartésiennes, il convient de mentionner d'une manière toute spéciale celle qui concerne la représentation graphique des lois de la mortalité. La question étant généralement peu connue, nous avons jugé à propos de réunir dans cette communication un certain nombre de résultats acquis aujourd'hui par les mathématiques.

Les Tables de mortalité, comme on le sait, font connaître le nombre de survivants à un âge déterminé, sur un nombre donné d'individus nés le même jour. Les plus usitées chez nous sont celles de Deparcieux, de Duvillard et des vingt Compagnies anglaises. Ces tables peuvent se représenter par des courbes qui en rendent les résultats plus sensibles à l'œil. Ce sont les *courbes de mortalité*.

Pour les construire, on prend pour abscisses les âges et pour ordonnées les nombres correspondants de vivants. Leur équation générale est :

$$y = f(x),$$

le nombre y des survivants étant une fonction de l'âge x . Ces courbes ont sensiblement la même forme et ressemblent plus ou moins au quart de la développée de l'ellipse. La sous-tangente, c'est-à-dire la portion de l'axe des abscisses comprise entre le pied

de l'ordonnée et le point où la tangente coupe cet axe, représente l'inverse du taux de mortalité à l'âge correspondant.

Les courbes des taux de mortalité se tracent de la même manière; les abscisses sont alors les âges et les ordonnées les taux de mortalité. Ces courbes descendent rapidement jusqu'à dix ans, puis légèrement jusqu'à treize, et montent ensuite progressivement jusqu'à la fin de la vie; la progression devient rapide à partir de soixante ans.

Les courbes de mortalité une fois construites d'après les données de l'expérience, il était naturel de chercher à déterminer leur équation, comme on le fait pour les autres lignes en géométrie analytique. Cette équation, dite de mortalité, ne peut être qu'approximative, puisque la courbe dont elle représente les variations n'est pas rigoureusement mathématique.

Lambert, au siècle dernier, avait proposé la forme suivante :

$$y = A \left(1 - \frac{x}{a}\right)^2 + m \left(e^{-\frac{x}{h}} - e^{\frac{x}{k}}\right)$$

A, a, m, h et k désignant des quantités constantes. Mais cette formule représente assez peu fidèlement les lois de la mortalité.

Voici la marche que l'on suit de nos jours pour résoudre le problème. Soit

$$y = f(x)$$

le nombre des vivants à l'âge x . La probabilité qu'une personne de cet âge a d'atteindre l'âge $x + dx$ est donnée par le rapport

$$\frac{f(x + dx)}{f(x)}$$

Donc la probabilité qu'elle ne l'atteindra pas est :

$$1 - \frac{f(x + dx)}{f(x)}$$

Cette expression peut aussi s'écrire :

$$\frac{f(x) - f(x + dx)}{f(x)} \text{ ou } - \frac{f(x + dx) - f(x)}{f(x)}$$

Il résulte de là que le taux de mortalité à l'âge x est :

$$-\frac{f'(x)}{f(x)} \text{ ou } -\frac{dy}{y dx}$$

La sous-tangente en un point de la courbe $y = f(x)$ a la valeur inverse $-\frac{y dx}{dy}$, comme nous l'avons déjà dit précédemment.

La courbe, qui indique la marche du taux de la mortalité, possède donc une équation de la forme :

$$F(x) = -\frac{dy}{y dx}$$

On peut faire au sujet de $F(x)$ diverses hypothèses. Si cette quantité était constante, on aurait l'équation différentielle :

$$-\frac{dy}{y dx} = a$$

qui deviendrait, en séparant les variables :

$$\frac{dy}{y} = -a dx$$

d'où, en intégrant :

$$Ly = -ax + C$$

L'équation cherchée serait donc :

$$y = \frac{1}{e^{ax-c}}$$

ou plus simplement :

$$y = \frac{m}{n^x}$$

où m et n sont deux constantes à déterminer.

On pourrait, en second lieu, supposer le taux proportionnel à l'âge. Il viendrait alors :

$$-\frac{dy}{y dx} = bx$$

ou

$$\frac{dy}{y} = -bx dx$$

Une simple intégration conduit enfin à l'égalité :

$$y = \frac{1}{e^{\frac{bx^2}{2}-c}}$$

ou plus simplement :

$$y = \frac{h}{k^{x^2}}$$

h et k étant comme auparavant deux constantes à déterminer.

Les deux expressions précédentes fournissent des résultats qui ne concordent que grossièrement avec les données de l'expérience. Aussi leur préfère-t-on dans la pratique une formule due à Gompertz, et qui, même dans des limites assez écartées, paraît s'approcher de la vérité. On en trouve la démonstration dans les *Philosophical Transactions* de 1825, et dans le tome IX du *Journal des Actuaires anglais* (année 1861).

Gompertz suppose que le taux de mortalité augmente d'un âge à un autre en progression géométrique ; ce qui revient à dire que s'il est égal à t pour un certain âge, il vaudra tr une année plus tard, r étant la raison de la progression. Il sera donc égal à tr^x après x années écoulées.

L'équation différentielle est dans ce cas :

$$-\frac{dy}{y dx} = tr^x$$

ou, si l'on sépare les variables :

$$\frac{dy}{y} = -tr^x dx$$

Il vient, en intégrant :

$$y = e^c \cdot e^{-\frac{tr^x}{Lr}}$$

ou plus simplement

$$y = p \cdot q^{\frac{r^x}{L}}$$

où p , q et r sont trois constantes à déterminer.

Telle est la *formule de Gompertz*. Elle reproduit assez fidèlement le phénomène de la mortalité et fournit parfois des résultats remarquables par leur concordance avec les données de l'observation.

M. E. Dormoy, dans son excellente *Théorie mathématique des Assurances sur la vie*¹, en cite l'exemple suivant :

En prenant pour âges déterminants : 15 ans, 30 ans et 45 ans, âges qui embrassent une grande partie de l'existence adulte, on trouve :

¹ 2 vol. grand in-8, Paris 1878, chez Gauthier-Villars.

$$\log r^{15} = 0,2051363,$$

en utilisant la Table ajustée des vingt Compagnies anglaises.

En prenant pour déterminants trois autres âges, 22, 37 et 52 ans, on trouve :

$$\log r^{15} = 0,2125132$$

D'où la moyenne, $\log r^{15} = 0,2088247$

On en déduit : $\log r = 0,0139216$

et $r = 1,03257$

Les deux autres constantes deviennent alors :

$$p = 113444$$

$$q = 0,91479$$

La formule de Gompertz, adaptée à cette table, prend donc la forme suivante :

$$y = 113444 \times 0,91479^{1,03257^x}$$

En y faisant $x = 40$, par exemple, on trouve :

$$y = 82291$$

Le nombre inscrit dans la table des vingt Compagnies anglaises, après l'ajustement, est 82284. La différence (7 vivants) est donc insignifiante.

M. J. Bertrand, membre de l'Académie française et secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, ayant donné à l'équation de Gompertz la forme :

$$\varphi(x) = g e^{h e^{kx}}$$

a aussi déterminé les constantes g , h , k par la condi-

tion d'accorder autant que possible ces quantités avec les meilleures Tables connues¹.

Il est arrivé aux résultats suivants :

$$\varphi(30) = 890, \quad \varphi(60) = 584, \quad \varphi(90) = 16$$

$$\log k = 8,8542146,$$

$$\log h = 7,8159811,$$

$$\log g = 2,9736634.$$

D'après cela, M. Bertrand a pu dresser un tableau comparatif, que nous reproduisons ci-dessous :

Âges	NOMBRE DES VIVANTS			
	Calcul	C ^{ie} anglaises	Duvillard	Deparcieux
30 ans	890	890	890	890
35 »	869	854	821	842
40 »	840	813	750	797
45 »	799	769	679	754
50 »	745	718	603	704
55 »	674	657	522	638
60 »	584	584	434	561
65 »	476	491	338	479
70 »	355	382	239	376
75 »	233	259	146	256
80 »	125	142	70	143
85 »	54	59	19	58
90 »	16	16	8	12

Comme on le voit, les écarts entre les résultats fournis par le calcul, par les tables des vingt Compa-

¹ *Calcul des Probabilités*, chez Gauthier-Villars, Paris 1889.

gnies anglaises et celles de Deparcieux sont peu considérables.

M. Makeham a proposé une formule plus générale que celle de Gompertz. Pour l'établir, il ajoute une constante à la quantité tr^x , par laquelle ce dernier représentait la marche du taux de mortalité. Soit a cette constante. L'équation différentielle devient :

$$-\frac{dy}{y dx} = a + tr^x$$

ou, après la séparation des variables :

$$\frac{dy}{y} = -a dx - tr^x dx$$

On trouve alors par intégration :

$$Ly = -ax - \frac{tr^x}{Lr} + C$$

d'où,

$$y = e^{C - ax - \frac{tr^x}{Lr}}$$

ou plus simplement,

$$y = \frac{m}{n^x} p^r$$

m , n , p et r étant quatre constantes à déterminer.

M. Bertrand écrit :

$$\varphi(x) = e^{he^{kx}} + C_1 x + C_2$$

h , k , C_1 et C_2 sont des constantes. En supposant C_1 et C_2 égaux à zéro, on retrouve la formule de Gompertz.

L'équation de mortalité de Makeham représente assez fidèlement la loi de la mortalité humaine jusqu'à 70 ans environ.

M. Woolhouse, dans le tome XV du *Journal des Actuaires anglais*, a trouvé pour les quatre constantes m , n , p et r les valeurs suivantes :

$$\begin{aligned} m &= 109949 \\ n &= 1,006615 \\ p &= 0,999052 \\ r &= 1,09648 \end{aligned}$$

La formule de Makeham, adaptée à la Table ajustée des vingt Compagnies anglaises, serait donc :

$$y = \frac{109949}{1,006615^x} 0,999052^{1,09648^x}$$

Dans les problèmes relatifs aux assurances sur la vie, on fait un usage fréquent des formules de Gompertz et de Makeham. On s'en sert en particulier pour calculer approximativement les annuités sur deux têtes.

On est, en effet, ramené à la formule de Gompertz quand on cherche la loi de mortalité d'après laquelle les annuités viagères sur deux têtes d'âges quelconques peuvent se remplacer par des annuités sur une seule tête, d'un âge convenablement déterminé. C'est ce qu'ont démontré, par des procédés différents, MM. Morgan et Laurent, le premier dans le *Journal des Actuaires anglais*, le second dans son intéressant *Traité du Calcul des probabilités* (pages 196-199).

On parvient, de même, à la formule de Makeham, en cherchant à substituer aux annuités sur deux têtes d'âges quelconques d'autres annuités sur deux têtes ayant le même âge, cet âge étant convenablement choisi.

Une inspection attentive de la courbe des taux de mortalité montre toutefois que l'hypothèse de Gom-

pertz est trop absolue. Nous avons déjà constaté, en commençant, que cette ligne se compose de trois parties distinctes. La première appartient à l'enfance, la deuxième à l'âge mûr et la troisième, qui a sensiblement la forme d'un arc de parabole, à la vieillesse. A ces trois périodes de l'existence humaine doivent naturellement correspondre trois valeurs différentes de la raison de la progression géométrique. En prenant pour base la Table de Deparcieux (1000 vivants à 3 ans), nous avons trouvé que ces valeurs sont respectivement de 0,8 entre 3 et 10 ans, de 1,025 entre 10 et 50 ans et enfin de 1,081 entre 50 et 90 ans. D'après M. Edmonds, ces valeurs, adaptées à la mortalité générale de la population anglaise, seraient égales à 0,676; 1,0297; 1,07969, pour les périodes qui s'étendent de 0 à 9 ans, de 9 à 55 ans et de 55 ans à la fin de la vie (*Journal des Actuaires anglais*, t. IX).

Tel est, en résumé, ce que l'on sait des courbes et des équations de mortalité. Comme on le voit, les mathématiques, en cherchant à exprimer par des formules et à représenter par des constructions graphiques les données de l'expérience, sont arrivées à des résultats remarquables dont l'utilité dans les questions d'assurances et de statistique n'échappera à personne. Nous regrettons, en terminant, de n'avoir pu rendre compte de deux travaux très intéressants et très consciencieusement rédigés de M. le Dr G. Schærtlin, et publiés sous le titre de : *Die Absterbeordnung der schweizerischen Bevölkerung für die Jahre 1876/77-1880/81*. Ces travaux nous sont parvenus trop tard. Nous espérons, du reste, y revenir dans une prochaine communication.

LA LAMPE A ARC

DE LA

FABRIQUE DE LOCOMOTIVES A WINTERTHOUR

PAR M. LE D^r WEBER, PROFESSEUR

Grâce à la complaisance des fabricants, j'ai eu ces derniers temps l'occasion d'étudier et de comparer le fonctionnement de 5 lampes à arc différentes ¹. Ces lampes comptent parmi les bonnes dans le grand nombre de systèmes qui existent.

La perfection du travail mécanique, la simplicité du système, l'élégance de l'ensemble de la lampe et particulièrement la fixité et le bon réglage de la lumière m'ont obligé à donner la préférence à la lampe construite par la Fabrique de locomotives à Winterthour.

Cette lampe est une lampe différentielle. Le réglage peut se faire soit par un déplacement du charbon supérieur, soit par un déplacement du charbon inférieur. Le premier charbon étant porté par une tige à crémaillère ne peut toutefois que descendre. En effet, la tige qui le porte, d'un poids relativement grand, est soutenue, par l'intermédiaire d'une série de roues, au moyen d'une pièce en forme d'ancre *A* et à tige *T* assez longue. Celle-ci n'oscille et ne permet le mou-

¹ M Charles Hermite, à Neuchâtel, a bien voulu me seconder dans toutes ces expériences.

vement du rouage et l'abaissement très lent du charbon supérieur qu'autant que le petit ressort *r* ne pèse pas sur la tige *T*.

Le charbon inférieur est suspendu par une tige rigide *G* à l'une des extrémités d'un levier horizontal *BOD*, dont le point d'appui est en *O*. Il est fait équilibre à celle-ci par une autre tige *H* suspendue à



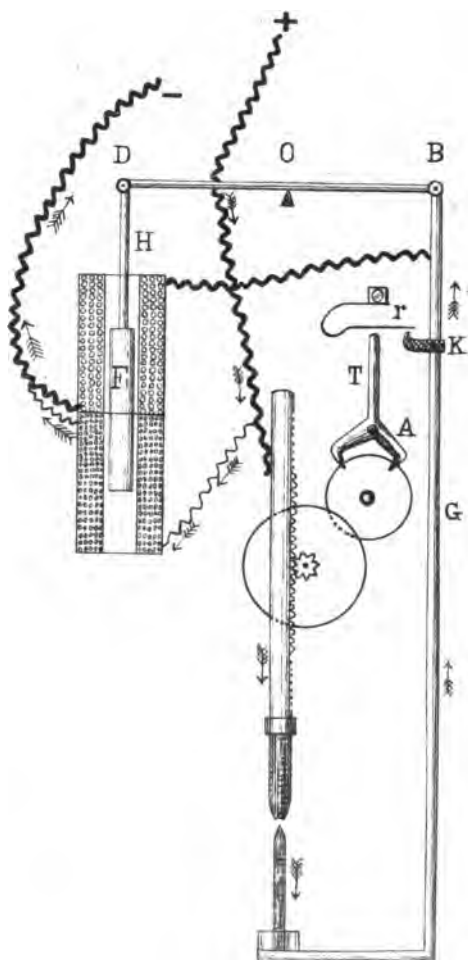
l'autre extrémité *D* du même levier horizontal *BOD* et qui se termine par une pièce en fer doux *F*. Cette pièce plonge dans l'intérieur de deux solénoïdes conaxiaux et superposés, de dimensions égales, mais dont celui du haut porte un fil gros, tandis que celui du bas a un très grand nombre de tours d'un

fil très fin. Le levier se meut indifféremment dans les deux sens et avec lui le charbon inférieur. Mais l'amplitude ne dépasse pas ce qui est strictement nécessaire pour la formation de l'arc voltaïque.

Le courant arrivant à la lampe se dirige vers le charbon supérieur; mais avant d'y parvenir, une petite fraction passe dans la bobine à fil fin. La majeure partie du courant (environ 20 ampères pour notre modèle) passe par l'arc voltaïque au charbon inférieur, à la tige G suspendue au levier BOD et de là dans la bobine à gros fil. A la sortie de cette bobine, le courant se joint à la petite fraction qui a passé par la bobine à fil fin, pour rejoindre le pôle négatif de la dynamo.

Le rapport des ampères-tours des deux bobines détermine à chaque instant la position de la pièce en fer et, par conséquent, celle du levier BOD et celle de la tige G qui porte le charbon inférieur. Cela permet, entre certaines limites, de maintenir la distance des deux charbons. A mesure cependant que l'usure des charbons continue, l'inclinaison du levier BOD augmente. La tige G s'élève de plus en plus et, enfin, un petit talon K, fixé sur G, vient rencontrer et soulever le ressort *r*. Par ce moyen, le mouvement des roues est déclenché, le porte-charbon supérieur s'abaisse, l'arc voltaïque diminue de longueur et de résistance, l'intensité du courant augmente, la bobine à fil gros prévaut sur celle à fil fin, le levier reprend la position horizontale, la tige G descend et le talon abandonne le ressort pour faire arrêter le mouvement des roues et produire un abaissement plus considérable du porte-charbon supérieur.

La grande perfection obtenue dans la construction



LAMPE DIFFÉRENTIELLE
DE LA FABRIQUE DE LOCOMOTIVES DE WINTERTHUR
 (figure schématique.)



et la raison du bon fonctionnement de la lampe résident principalement dans l'absence de tout frottement sensible dans le mécanisme, ainsi que dans la sensibilité extrême du déclanchement du mouvement d'horlogerie.

En effet, ce mouvement n'est déclanché qu'insensiblement, d'une manière continue, sans aucune secousse ou mouvement brusque, parce que le talon K ne diminue que peu à peu la pression de r sur T, et le frottement entre r et T, au moment du déclanchement et au moment de l'arrêt, ne varie que très lentement.

Enfin, l'extrémité inférieure de H porte un piston dont le diamètre est presque égal au diamètre intérieur de la bobine. Celle-ci étant fermée à son extrémité inférieure, il y a une certaine quantité d'air enfermé qui oblige une fois de plus le levier BOD à ne se mouvoir que lentement.



PROJET DE GARE AVEC ÉLÉVATEUR

A SERRIÈRES

PAR M. H. LADAME, INGÉNIEUR

La position du village de Serrières est trop connue pour qu'il soit nécessaire d'en faire ici la description. Il suffit de rappeler que cette localité industrielle, dont le mouvement de marchandises atteindra sous peu 75 tonnes par jour, soit 45 tonnes à l'arrivée et 30 à l'expédition, est située dans un ravin profond que franchit le chemin de fer S.-O.-S. sur un viaduc passant à 27^m au-dessus de l'unique rue qui traverse le village. Le raccordement des usines avec la voie ferrée présente donc de grandes difficultés, et l'on ne peut s'étonner si pendant plus de 25 ans on a étudié vainement cette question. En 1884, les usiniers tentèrent un dernier effort ; un concours fut ouvert pour « l'étude d'un moyen de transport économique entre le chemin de fer de la Suisse occidentale et les usines de Serrières », mais malgré l'offre d'un prix de 2000 fr., le concours, auquel mes fonctions d'ingénieur cantonal m'empêchèrent de prendre part, n'eut d'autre résultat que de convaincre une partie des intéressés que la meilleure solution était de continuer à conduire leurs marchandises à la gare de Neuchâtel, non plus, il est vrai, sur de lourds chariots trainés par des chevaux ou des bœufs, mais sur rails, en longeant la rive du lac. C'est de cette époque que date le projet qui, prolongé jusqu'à Boudry et Cor-tailod, prit le nom de « Régional du Vignoble ».

On avait donc renoncé à l'espoir de relier directement les usines de Serrières avec la ligne de la Suisse Occidentale, lorsqu'en 1885 d'abord, et en 1886 ensuite, je démontrai que ce raccordement pouvait se faire à peu de frais. Je présentai le projet que vous avez sous les yeux, et j'offris aux industriels de Serrières d'établir une gare, avec plan incliné, permettant d'y arriver en moins d'une minute en marchant à la vitesse moyenne de un mètre par seconde, et de réaliser sur les transports une économie de 20 000 fr. par an en chiffre rond. C'est ce projet que la S.-O.-S., la fabrique de chocolat Russ-Suchard et la fabrique de papier se proposent d'exécuter aujourd'hui.

Description du Projet

La gare projetée est située au sud de la ligne de la Suisse-Occidentale, à l'Est du viaduc de Serrières, au centre d'un palier de 400^m de longueur, en alignement droit, à 3 kilomètres de la gare de Neuchâtel, et à 2 kilomètres de celle d'Auvernier. Elle est reliée au village de Serrières par un funiculaire à contre-poids d'eau, dont la voie n'a que 50^m de longueur, est parallèle au viaduc, et a 67 $\frac{1}{2}$ ‰ d'inclinaison. Deux plateformes avec caisse à eau, l'une montant, l'autre descendant font alternativement, selon les besoins, le transport des marchandises, ou celui des voyageurs, de la gare au village, et *vice versa*. Les marchandises ne sont pas chargées directement sur les plateformes, celles-ci portent une plaque tournante munie de rails, et pouvant recevoir 3 vagonets Decauville. Le wagon plateforme descend, s'arrête en contre-bas du sol, au niveau de la rue du village, et les vagonets sont dirigés sur rails dans diffé-

rentes directions, distribuant à chaque usinier ses marchandises, ou recevant celles qu'il a à expédier.

Un seul employé, commandant le frein établi au sommet du plan incliné, surveille la marche des trains. Les plateformes sont munies d'un parachute à air comprimé qui les arrêterait automatiquement en cas de rupture du câble ; celui-ci, en acier fondu, non galvanisé, a été calculé pour que, dans le cas de chargement le plus défavorable, sa tension ne dépasse pas le $\frac{1}{10}$ de sa charge de rupture.

Le poids des wagonnets, chargement compris, étant au maximum de 800 kg, le poids à élever est de $3 \times 800 \text{ kg} = 2400 \text{ kg}$

Le poids de la plateforme étant de 1600 kg

Le poids maximum du train montant est de. 4000 kg

correspondant à une traction, suivant la pente, de $4000 \times 0,56 = 2240 \text{ kg}$.

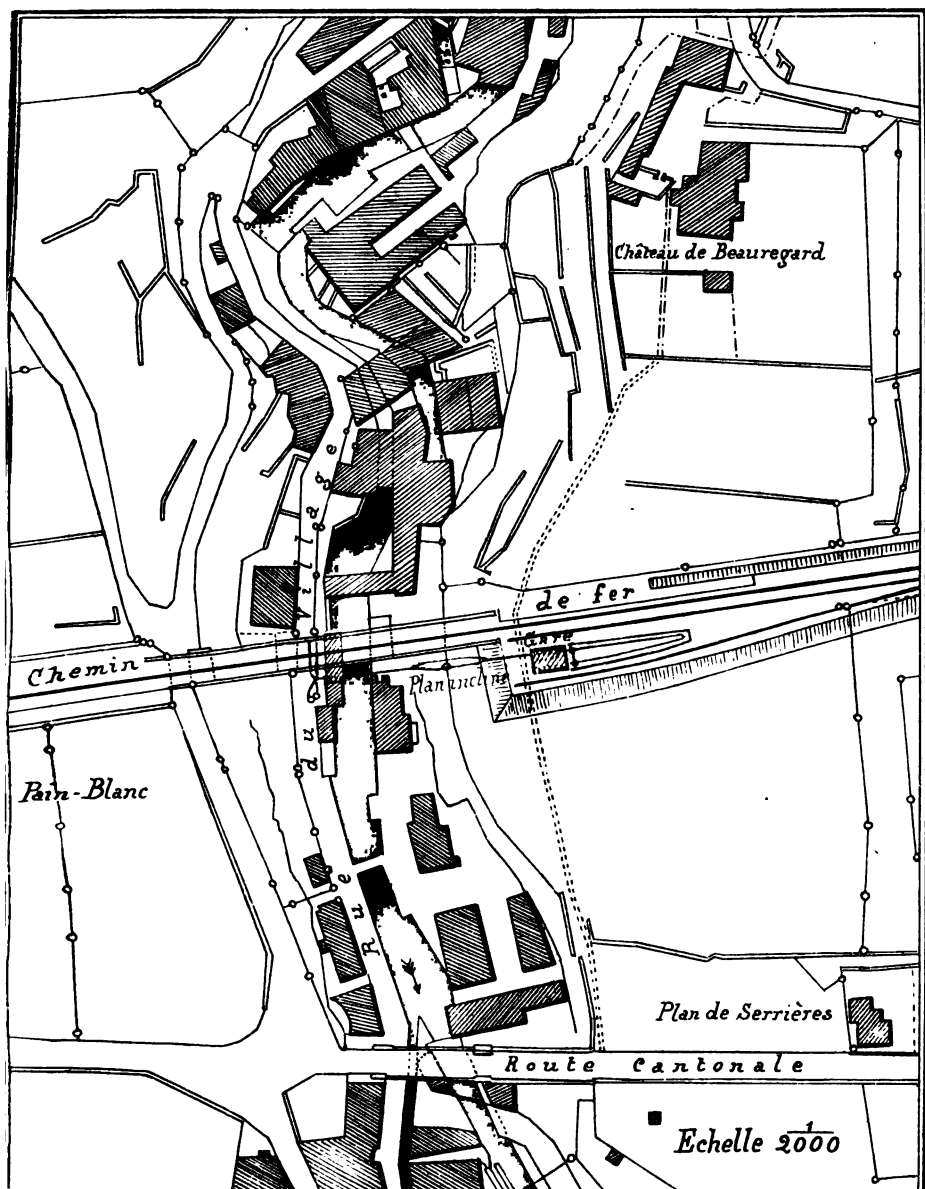
Le tonnage des arrivées dépassant de beaucoup celui des expéditions, le poids des premières suffirait à élever les secondes. Toutefois, j'ai admis que la moitié des expéditions serait montée directement, c'est-à-dire sans que l'on ait de marchandises à descendre. Dans ce cas, le cube d'eau nécessaire pour donner au train une vitesse moyenne de 1^m, soit 2^m après un parcours de 25^m, est de 2^m³,8.

Le poids correspondant à la moitié des expéditions étant de 15 tonnes, et le poids utile élevé par voyage de 2 tonnes (le poids propre des 3 wagonnets étant d'environ 400 kg), le cube d'eau employé par jour ne dépasserait pas $Q = 15 \frac{2,8}{2} = 21 \text{ m}^3$, soit 0^l,243 par

PROJET DE PLAN INCLINÉ

RELIANT LES USINES DE SERRIÈRES AU CHEMIN DE FER S.O.S.

Par M^r H^r Ladame, ingénieur





seconde. Cette eau devant être élevée à une hauteur de 33^m, la force nécessaire est, en chevaux :

$$N = \frac{0,243 \times 33}{75 \times 0,8} = 0,133$$

Si la turbine qui fournira cette force ne travaille que de nuit, on a $N = 0,26$ soit environ $\frac{1}{4}$ de cheval. Dans ce cas, le cube d'eau rendu à la Serrière pendant la journée serait d'environ 30 litres par minute. Il suffirait donc d'augmenter le cube du réservoir pour se procurer à peu de frais un complément d'eau notable en temps de sécheresse, pendant un nombre d'heures de travail déterminé.

Pour le transport des voyageurs, on relèvera simplement les banquettes rabattues contre les garde-corps des plateformes pendant la manutention des marchandises.

Disons en terminant qu'une halle de plus de cent mètres carrés serait établie sur le canal de dérivation actuel pour entreposer les marchandises expédiées par les particuliers ou les usines qui ne seraient pas reliées directement avec l'élévateur; enfin que l'expédition journalière de 30000 kg se ferait en 1 $\frac{1}{2}$ heure, en admettant qu'il faille

$$x = \frac{2000 \times 90}{30000} - 1 = 5 \text{ minutes}$$

pour la formation de chaque train.

NOTE SUR LES ACCUMULATEURS

J.-L. HUBER

DE LA MAISON E. BLANC & C^{ie}, A MARLY

PAR LE D^r R. WEBER, PROFESSEUR

L'accumulateur auquel se rapportent les indications suivantes a été soumis à des expériences presque ininterrompues pendant trois mois. Ce type, 11 Sp, se compose de cinq plaques positives et de six plaques négatives, d'un poids de 545 grammes chacune, et ayant 155 millimètres de hauteur, 138 de largeur et 4 d'épaisseur. Le cadre-support est en plomb dur, inattaquable par l'eau acidulée et le courant électrique; il laisse des alvéoles carrées. La matière active (sulfate de plomb, peroxyde de plomb) ne remplit pas entièrement les alvéoles, mais chaque cube de matière active est perforé par son milieu. Le trou est cylindrique et a environ 2 millimètres de diamètre.

Cette particularité de la perforation a une grande valeur; elle forme l'objet d'un brevet spécial.

Le poids total d'un élément est de 10,5 kilog., le courant normal de charge et de décharge, d'après le constructeur, est égal à 13 ampère au maximum, et sa capacité utilisable est de 90 ampère-heures.

L'accumulateur Blanc étant construit en plomb, il importait surtout de voir l'influence de la perforation

sur la capacité, sur le courant maximum de décharge et sur la durée ou la solidité de l'accumulateur. Vu la nature de ses éléments constitutants, le rendement électrique de quantité ou d'énergie, ainsi que le mode de décharge, doit être en tout semblable à celui des meilleurs accumulateurs connus.

Pour commencer, j'ai chargé et déchargé dix fois l'accumulateur dans les conditions prescrites. En allant pendant la décharge à un abaissement de la force électromotrice de 4 % au moins et de 7 % au plus, j'ai obtenu une capacité moyenne de 97 ampère-heures.

Si l'on réduit ces résultats au kilogramme d'accumulateur, on obtient comme intensité maximum à la décharge 1,24 ampère par kilog., et comme capacité 9,2 ampère-heures par kilog. d'accumulateur.

L'accumulateur de l'*Electr. Power Storage Comp.* donne 7 ampère-heures par kilog. d'accumulateur.

En réduisant à l'unité de poids des plaques, pour se rendre un compte plus exact de l'influence et de la valeur de la perforation, on trouve, pour l'accumulateur *Blanc*, une capacité de 16,17 ampère-heures par kilog. de plaques, tandis que les accumulateurs *Tudor*¹ donnent 4,5 à 2,7 ampère-heures, suivant le régime de décharge; que les accumulateurs *Farbaky et Schenek*² donnent 11,3 ampère-heures, et que ceux de *Electr. Power Storage Comp.*³ en donnent 11,5.

Il en résulte que la perforation a pour effet de

¹ *Centralbl. f. Elektrotechnik*, vol. XII, p. 49.

² *Zeitschrift f. El. Wien*, 1887, p. 305.

³ *Elektrot. Zeitschrift*, 1886, p. 184.

diminuer le poids de l'accumulateur, ou d'augmenter notablement sa capacité électrique.

J'ai ajouté à cette première série de décharges normales une seconde série de décharges faites dans des conditions tout à fait anormales.

J'ai commencé par 16 décharges à raison de 15 à 19 ampères, pour suivre avec 7 décharges à raison de 40 à 60 ampères, et finir avec 1 décharge à raison de 60 à 100 ampères.

Après ces 24 décharges anormales, les plaques de l'accumulateur ne présentaient aucune trace de déformation.

Ce fait assure une fois de plus un bon isolement des électrodes.

Par contre, et comme on pouvait s'y attendre, une partie de la matière active s'est détachée des plaques; mais elle n'est pas tombée en morceaux presque cubiques, comme cela arrive assez facilement avec certains accumulateurs réputés bons; la matière active s'est détachée insensiblement sous la forme d'une poudre impalpable. Après avoir filtré le liquide, j'ai trouvé environ 200 grammes de matière active sèche.

Malgré cette diminution de la matière active, la valeur de l'accumulateur n'a guère diminué. Deux décharges, faites un mois plus tard, à raison de 6 et 8,5 ampères environ, ont donné une capacité de 75 et 102 ampère-heures, pour une diminution de la force électromotrice de 2,02 à 1,93 volts, soit de 5 %. Une troisième mesure, faite trois mois plus tard, donnait une capacité de 114 ampère-heures. Enfin, une dernière mesure, opérée au bout de six mois, donnait une capacité de 79 ampère-heures. La den-

sité du liquide allait de 1,200 à 1,150, la force électromotrice (à courant fermé) de 2,00 à 1,90 volts (soit une diminution de 5 %), le courant de décharge avait une intensité moyenne de 13 ampères.

Cette seconde série de décharges anormales donnerait ainsi la preuve que les accumulateurs Blanc sont très solidement construits et qu'ils promettent une longue vie. En outre, des décharges dépassant cinq à sept fois la valeur normale (et qui se présentent dans les applications industrielles, soit par accident, soit pour satisfaire à un besoin momentané extraordinaire : traction électrique, etc.), semblent ne pas nuire à la valeur électrique de l'accumulateur.

Comme renseignement caractérisant les qualités des accumulateurs, j'ajoute qu'un ÉLÉMENT ZINC-CHARBON-BICHRIMATE DE POTASSE de grandes dimensions (charbon cylindrique de 13 centimètres sur 36 centimètres) et pesant 12,5 kilogrammes donnait 64,5 ampère-heures, capacité mesurée par le voltamètre et en employant un courant de très faible intensité.



EXPLOSION D'UNE CHAUDIÈRE A VAPEUR

à Belmont, près d'Yverdon

PAR M. L. FAVRE

D'ordinaire, lorsqu'il est question d'un accident de cette nature, on se représente la catastrophe dans une fabrique bien noire d'un centre industriel hérissé de hautes cheminées, obscurcissant l'air de leur fumée. Dans le cas actuel, il en est tout autrement; la scène se passe dans un riant village agricole, par un des plus beaux jours de septembre, au milieu des jardins et des arbres chargés de fruits. Le contraste est d'autant plus frappant.

Dans les riches villages vaudois, il n'est pas très rare de rencontrer, dans une maison de paysan, une machine à vapeur fixe, de huit à dix chevaux, quelquefois davantage, servant à mettre en jeu une batteuse où, dans la saison, les agriculteurs du voisinage transportent leur récolte, qu'ils battent en peu de jours, au lieu d'avoir à manier le fléau pendant tout l'hiver. On ne peut qu'applaudir à ce progrès; mais ce qui est surprenant, c'est que ces appareils dangereux ne sont l'objet d'aucun contrôle de la part de la police locale ou de la police cantonale. Chacun peut installer une chaudière à vapeur et en user à sa guise. A l'exception d'une commission de trois membres pour la visite des nombreux bateaux à vapeur du Léman, il n'existe ni surveillance sur les chau-

dières, ni obligation de se faire inscrire dans la Société suisse des propriétaires d'appareils à vapeur. Et quand on connaît le laisser-aller où tombent les gens qui n'ont pas à craindre la visite des inspecteurs, on s'étonne que les accidents ne soient pas plus fréquents.

La chaudière de Belmont, construite à Aix-la-Chapelle, était cylindrique, horizontale, à foyer Cornwall intérieur (canon), sa force de 8 à 10 chevaux, son timbre en marche 5 atmosphères. Mais elle était installée depuis vingt ans, n'avait jamais été visitée par un spécialiste, ni curée à fond, comme l'exigeait l'eau d'alimentation, eau d'un puits très tufeuse et incrustante. On la nettoyait avant de la mettre en activité pour le battage et cette opération ne pouvait être faite que par un jeune garçon, l'espace entre le canon et la chaudière étant insuffisant pour y introduire un homme.

Remarquons qu'une bulle, ou bosse, très visible, qui s'était produite au foyer quelque temps avant l'accident, aurait dû éveiller l'attention du propriétaire qui conduisait lui-même sa chaudière, et être pour lui un avertissement sérieux. Ces bulles annoncent une détérioration de la tôle, qui a rougi soit par le manque d'eau, soit par les dépôts pierreux qui empêchent la chaleur du foyer de se transmettre à l'eau de la chaudière.

C'est au moment de commencer le travail, le lundi 17 septembre, à 6 1/2 heures du matin, que la chaudière a fait explosion. On a remarqué que la plupart des accidents de ce genre surviennent le matin, après une interruption dans le chauffage. Le foyer, ou canon cylindrique, s'est aplati; une fente s'est ouverte dans

le fond antérieur et dans le fond postérieur; ces deux grandes ouvertures ont livré passage à la vapeur et à l'eau, et la réaction a été si violente que la chaudière, lancée en avant comme une fusée, a percé le mur épais de 50 centimètres et a décrit un demi-cercle qui l'a portée hors du bâtiment. Celui-ci a été démoli, le toit s'est effondré, ensevelissant sous ses débris le propriétaire et quatre ouvriers. Par une chance providentielle, ces cinq hommes ont été retirés vivants, un seul sain et sauf, deux blessés grièvement. Celui qui a échappé à toute atteinte a été préservé par le char qu'il disposait pour recevoir la paille, et sous l'arrière duquel il se trouvait abrité, tandis que l'avant-train était écrasé par la chute de la toiture. Si le feu échappé du foyer avait allumé la paille entassée dans le local, il est probable que ces malheureux auraient péri; comment opérer leur sauvetage au milieu d'un brasier? L'explosion fut si terrible que les débris du bâtiment contenant la chaudière, et qui était une annexe de la maison, jonchaient le sol sur une étendue de plus de 100 mètres.

Cet accident a attiré l'attention des hommes qui s'occupent de la surveillance des appareils à vapeur, en particulier de l'ingénieur en chef de la Société suisse, M. Strüpler, qui s'est transporté, sans y être appelé, à Belmont, peu de jours après, pour se rendre compte des causes du désastre, et qui a fait l'acquisition de la chaudière crevée pour servir d'enseignement et d'avertissement aux propriétaires de machines à vapeur, aux chauffeurs et aux mécaniciens.

Lorsqu'on sait que le canton de Neuchâtel compte une centaine de chaudières et qu'on se dit que de telles catastrophes auraient pu se produire au milieu

de nos localités populeuses, on ne peut que rendre hommage à la sollicitude de nos autorités qui, depuis l'année 1849, ont institué, pour la surveillance des chaudières, une Commission d'Etat qui compte un membre dans chaque district, et ont lié en 1887 un contrat avec la Société suisse pour la visite régulière des chaudières non encore inscrites dans la Société.



LES SOURCES DU VAL DE SAINT-IMIER

PAR G. RITTER, INGÉNIEUR-CIVIL

Appelé à étudier les moyens d'alimenter le village de Saint-Imier en eau potable, j'ai eu à m'occuper de l'étude des richesses hydrologiques de cet intéressant vallon.

Je dis intéressant, car ce bassin, d'une quinzaine de kilomètres de longueur sur 2 à 3 de largeur, l'un des plus réguliers du Jura comme allure des couches géologiques, si l'on en excepte ses deux extrémités, offre à l'hydrologue une variété considérable dans la manière d'être de ses eaux souterraines et surtout dans leur mode de sourdre à la surface.

Il suffit, pour justifier ce mot de variété, de rappeler les diverses sources des Convers, y compris celle du tunnel des Loges, les sources de la Suze, près de Renan, celles de Praron, qui alimentent si insuffisamment Saint-Imier, celles de Villeret au sud, qui ont pour surface alimentaire les gorges de la Combe-Grède descendant de Chasseral, et celles au nord de ce village, qui sont alimentées par le singulier cirque de Champmeusel, sur la formation géologique duquel je reviendrai plus tard. Plus en aval de Saint-Imier se trouve la très remarquable et puissante source vaclusienne appelée torrent de la Doux, alimentée par deux exutoires presque au même niveau ; puis vient une très belle source, celle de la Raisetsette, à Cormoret ;

d'autre part, la source qui alimente Courtelary offre également des particularités dignes d'être notées. Enfin, laissant de côté une foule de petites sources insignifiantes, je termine cette nomenclature en mentionnant l'incomparable source du Bez à Corgémont, analogue à la Serrière ou à la Noiraigue, avec cette différence que ses eaux, toujours limpides et fraîches, présentent, en raison de cette pureté et de leur abondance, un des plus beaux spécimens des sources vauclusiennes de notre Jura.

Je ne m'occuperai dans cette première communication sur les sources du Vallon de Saint-Imier que de celles du torrent de la Doux et de la Raissette, les premières que j'aie étudiées spécialement pour le but que j'avais mission de rechercher et d'atteindre.

Le Vallon de Saint-Imier présente en profil transversal le type normal des vallées jurassiques (fig. 1), savoir des cuvettes concentriques, dont la principale, celle du jurassique supérieur est, avec ses puissantes assises, grâce à ses fissures et cavités de tout genre, l'éponge immense dans laquelle s'emmagent les eaux pluviales fournies aux nombreuses sources que je viens de citer.

Cette grande cuvette ou plutôt ce grand chenal souterrain repose sur les bancs inférieurs de l'oxfordien imperméable, terrain que nos géologues ont jugé à propos de rebaptiser du nom d'argovien. — Ce matelas imperméable force ainsi toutes les eaux absorbées de suivre, sans descendre plus profondément, la pente du chenal spongieux, de l'amont à l'aval de la vallée, ce qui leur permet de venir sourdre partout où se trouve une ouverture ou un déversoir libre que le matelas des marnes du crétacé ou de la molasse,

non moins imperméable que le précédent, laisse à jour ou ne recouvre point.

On comprend que cette immense éponge, en forme de cuvette allongée ou chenal, dont les bords surélevés et affleurants recouverts de forêts des deux côtés du vallon, reçoivent et absorbent presque toutes les eaux tombées sur celles-ci, soit si abondamment alimentée. La surface totale du bassin hydrographique est d'environ 100 kilomètres carrés et celle de la zone hydrologique affleurante et absorbante de la masse spongieuse souterraine alimentaire des sources peut être supputée à 70 kilomètres carrés au minimum.

Une étendue pareille, avec un mètre environ d'épaisseur d'eau tombée annuellement, ne doit point laisser chômer beaucoup les orifices qui lui servent d'écoulement.

Passons maintenant à l'étude des sources de la Doux et de la Raisetle.

Source de la Doux.

Cette source est alimentée par deux échappements d'eau jaillissant en cet endroit des bancs supérieurs du jurassique, en pleine roche dolomitique ou jaluse pour le bras droit et, pour le bras gauche, de bancs quelque peu supérieurs comme stratigraphie, mais son orifice est presque au même niveau, que celui du point de sortie du précédent comme altitude.

Le volume des eaux fourni par les deux bras de cette source peut être évalué à 4 ou 5 mètres cubes par seconde et se trouve réduit en basses eaux à environ 350 litres par seconde. Le jaugeage approximatif que j'en ai fait le 8 janvier 1888, pendant l'étiage

d'hiver, a fourni 20000 litres par minute, soit 330 litres environ par seconde.

La température de l'eau était ce même jour de $8\frac{1}{2}$ degrés centigrades; elle ne dépasse jamais $9\frac{1}{2}$ degrés.

Lors des grandes crues, l'eau fournie par les deux bras devient légèrement trouble, c'est-à-dire un peu laiteuse vue en masse considérable; dans un verre, ce trouble est à peine sensible. — L'eau du bras droit est plus troublée que celle du bras gauche. Ce fait d'un trouble inégal de l'eau dans les deux bras démontre que le bassin hydrologique de cette source est conformé de telle façon que le bras gauche descendant y puise son eau dans un endroit mieux à l'abri des arrivages d'eau sale de surface que celui qui la fournit au bras droit; ou bien que le ruau descendant orographiquement à la surface la déchirure interne des roches, permettant son passage, laisse arriver, en cas de forte pluie, des eaux de surface en plus grande quantité dans les fissures et les cavités qui donnent passage aux eaux du bras droit que dans celles qui correspondent au bras gauche.

La Serrière offre le même phénomène de trouble lors des fortes crues, trouble provenant aussi plutôt d'une infiltration des eaux sales du Seyon dans les gorges de ce torrent, entre le Vauseyon et Valangin, que du trouble qui se produit dans les emposieux, avaloirs ou fissures des environs du Paquier de la côte de Tête-de-Rang et des Prés-Devants alimentant cette importante source. En ce qui concerne le système alimentaire des sources de la Doux, deux hypothèses peuvent être mises en présence.

1° L'alimentation par un bassin hydrologique qui existerait sur le plateau de la montagne du Droit

(Sonnenberg), la configuration, la structure et la nature des couches donnent à cette hypothèse quelque fondement, surtout pour ce qui concerne l'alimentation du bras droit de la Doux ; la fig. 2 rend compte graphiquement de cette hypothèse ;

2° On peut aussi faire intervenir le bassin souterrain du vallon de Saint-Imier et admettre que le bras gauche de la source est alimenté par celui-ci et en serait un exutoire déversant le trop-plein de ses eaux souterraines ; celles-ci redeviendraient ainsi des eaux de surface en se jetant dans la Suze. Cette hypothèse expliquerait la différence de trouble qui se produit lors des crues, ainsi que la disproportion dans l'accroissement des volumes respectifs des deux sources pendant ces crues ; la fig. 3 donne l'explication de ce deuxième système.

J'ajoute qu'il est encore possible que les deux systèmes participent à la formation de cette importante source. — Il faudrait faire de nombreuses analyses séparées pour les eaux des deux bras, les répéter souvent au double point de vue chimique et bactériologique, avec observation thermométrique journalière ; il serait facile alors, avec ces données, d'arriver à tirer au clair cette intéressante question.

Si le projet des eaux que j'ai élaboré pour l'alimentation en eau et énergie électrique de Saint-Imier s'exécute, j'aurai l'occasion et le loisir de pouvoir faire procéder à ces analyses et observations.

Voici, en attendant, l'analyse d'un échantillon des deux sources mélangées, puisé à l'endroit où il serait question de capter l'eau, suivant l'une des variantes du projet d'alimentation :

Analyse faite au laboratoire de Neuchâtel le 9 jan-

vier 1889, sous numéro 625, et en grammes par litre d'eau.

Matières organiques	0g, 014 par litre ou kg.
Ammoniaque NH_3	0
Azotites KNO_2	0
Azotates KNO_3	0,002
Chlorures	traces insignifiantes ;
Sulfates	traces notables ;
Résidu salin à 120 degrés	0g,260.

Cette analyse démontre l'excellence de cette eau à cette époque de l'année, mais comparée à celle des eaux de la source de la Raissette, dont les résultats seront indiqués plus loin, elle est toutefois légèrement inférieure en qualité à cette dernière.

Je termine cette notice par la mention que les deux bras de cette source, située à 3 kilomètres en aval de Saint-Imier, viennent sourdre à quinze mètres environ au-dessus de la Suze, cotée sur la carte à 720^m sur mer au point de jonction des deux eaux. — L'altitude de sortie des eaux du rocher est donc de 735^m environ sur la mer.

Ces eaux font mouvoir un ancien moulin doté de concessions concédées par actes d'accensement accordés au moyen âge par les princes-évêques de Bâle, autrefois seigneurs de l'Erguel.

Source de la Raissette.

Cette source, dont les eaux viennent sourdre à 12 mètres environ au-dessus de la Suze, soit à 725^m sur mer, c'est-à-dire à 10 mètres environ au-dessous de l'altitude d'émergement des eaux de la Doux, ap-

partient très probablement au système des eaux du bassin souterrain du Vallon de Saint-Imier.

Sa distance plus en aval dans la vallée est d'environ 1200 mètres de la source de la Doux, ce qui expliquerait son émergement au-dessous des deux points de sortie de celle-ci, l'allure ou niveau des eaux souterraines et leur sortie surtout dépendent des matières imperméables, marnes crétacées ou tertiaires, qui tapissent et matelassent les flancs du vallon sur des hauteurs variables.

La fig. 4, qui donne le profil de l'émergement de la Raissette, explique suffisamment la formation de cette source, en tout pareille à celle de la source du bras gauche de la Doux dans la deuxième hypothèse ci-dessus énoncée. Je n'insisterai donc pas davantage sur ce sujet.

Les variations de volume de cette source sont moindres que dans le cas précédent : le 8 janvier 1888 elle débitait 100 litres par seconde, soit $3\frac{1}{2}$ fois moins que la Doux ; son volume maximum est d'environ 5 ou 6 fois ce volume d'étiage.

La limpidité des eaux de la Raissette est permanente. Aucun ruau ni fissure apparente ne se montrent à la surface, qui pourraient induire à penser que des eaux de surface viennent s'y mélanger.

L'analyse des eaux de cette source, faite le 15 janvier au laboratoire de Neuchâtel, sous n° 630, indique :

Matières organiques	0g,0127 par litre ou kg.
Ammoniaque	0
Azotites	0
Azotates	0,015

THÉORIE DES SOURCES DU VAL DE SI-IMIER

Fig. I.

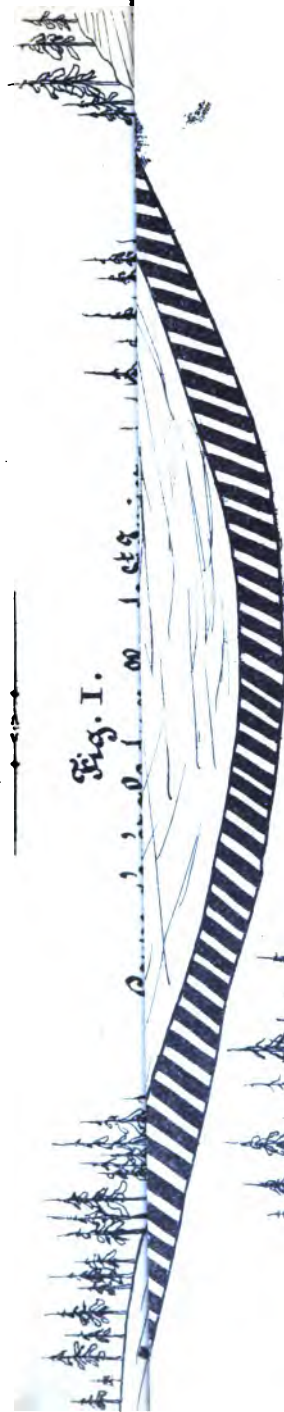
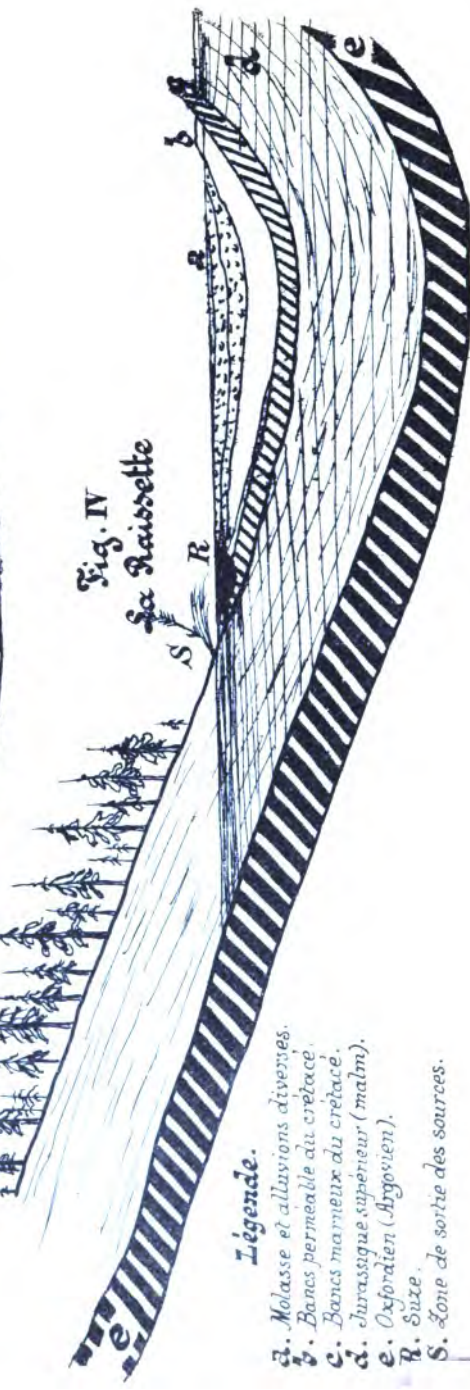
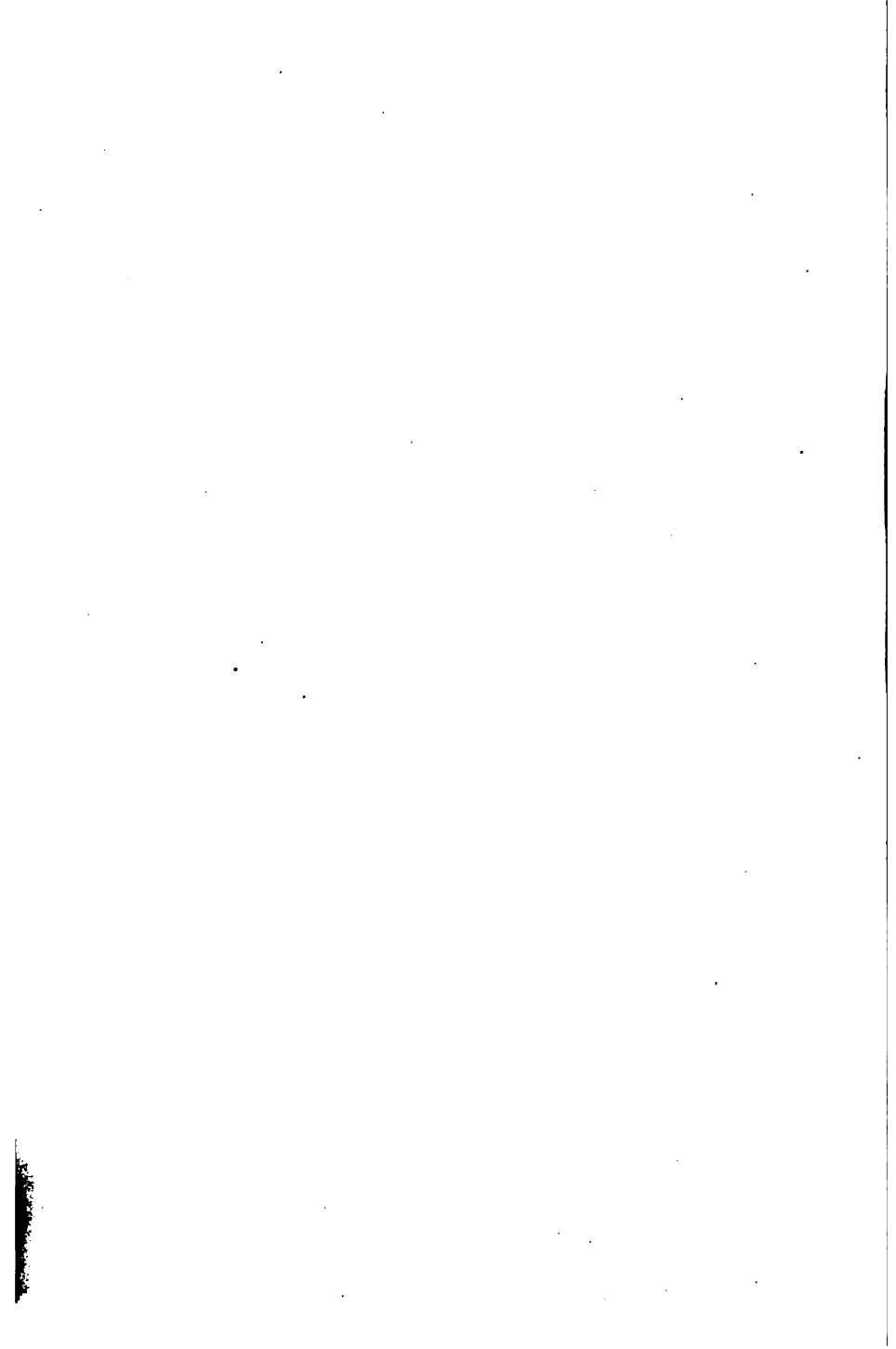


Fig. IV
La Raissette



Legende.

- a. Molasse et alluvions diverses.
- b. Bancs perméables du crétacé.
- c. Bancs marneux du crétacé.
- d. Jurassique supérieur (malm).
- e. Oxfordien (Argovien).
- R. Suze.
- S. Zone de sortie des sources.



Chlorures	traces insignifiantes.
Sulfates	traces notables.
Résidu salin total à 120°	0g,232.

Cette eau est donc supérieure comme qualité à la précédente, sa température est de 9° centigrades; enfin elle est toujours limpide et constitue donc une richesse précieuse pour l'alimentation des localités voisines.



STATION CENTRALE D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

A MULHOUSE

PAR M. L. FAVRE

Pendant les quelques jours que je viens de passer à Mulhouse (avril 1889), j'ai profité de l'occasion qui m'était offerte de visiter plusieurs établissements intéressants, en particulier la station centrale d'éclairage électrique, en activité depuis l'année dernière, et qui a déjà pris une certaine extension. Elle est située non loin de la Poste et de l'Hôtel central et envoie ses fils conducteurs dans la ville, dans un rayon de plus d'un kilomètre, par des conduits souterrains. J'ignore le nombre de lampes qu'elle alimente, mais je sais qu'elle éclaire certains hôtels, en particulier l'Hôtel central, le théâtre, des maisons particulières et des fabriques.

Les appareils électriques, tous de système Siemens et Halske, de Berlin, ont pour la plupart été construits, ainsi que les moteurs, à Mulhouse même, ou à Belfort, dans les ateliers de la Société alsacienne de constructions mécaniques, autrefois André Kœchlin, qui a joint cette industrie à ses autres branches de fabrication. Elle est en voie d'éclairer Lyon, Paris et d'autres villes de France.

Ma visite a eu lieu le soir; l'éclairage était par conséquent dans toute son activité.

Dans le sous-sol sont les chaudières des moteurs; au rez-de-chaussée, dans une vaste salle, sont les machines à vapeur, les dynamos et tous les appareils de distribution des courants électriques, avec les instruments de mesure, de réglage, de comptage pour le contrôle de la dépense faite. Au 1^{er} étage sont les bureaux de l'administration.

Un ingénieur de la maison Siemens s'est prêté avec beaucoup d'obligeance à me servir de guide; j'avais avec moi mon fils, un des ingénieurs de la Société alsacienne, s'occupant plus spécialement des machines à vapeur.

Ces messieurs m'ont fait comprendre le rôle important des moteurs dans l'application particulière qui nous occupe; les ateliers de Mulhouse mettent tous leurs soins à fabriquer pour ce service des machines à vapeur spéciales, à grande vitesse et à marche uniforme et constante, obtenue par des régulateurs d'une extrême sensibilité.

Et d'abord, les chaudières système de Naeyer et C^e fournissent, avec des dimensions restreintes, la vapeur suffisante à deux machines jumelles, de 150 chevaux chacune. Cette chaudière, qui rappelle le système américain employé à la fabrique d'horlogerie Aimé Hahn et C^{ie} au Landeron, et aussi le système Belleville, se compose de tubes de fer contenant l'eau et enveloppés par la flamme du foyer; ces tubes ont l'avantage de développer une énorme surface de chauffe, d'être mis rapidement sous pression, et d'écarter le danger d'explosion. Si un tube se rompt, l'eau se répand dans le foyer et éteint le feu. La vapeur qu'ils produisent se rend dans un bouilleur ou chaudière supérieure, située au-dessus du foyer et ne contenant

qu'une faible quantité d'eau. C'est là qu'est la prise de vapeur et que sont établis les appareils de sûreté : niveaux d'eau, soupapes de sûreté, manomètre.

Un tel générateur de vapeur comptant 168 tubes de 4^m,58 de long, présente une surface de chauffe de 285^m carrés, sans compter la chaudière de 6^m de longueur et de 1^m de diamètre, et donne une production de vapeur sèche à la pression de 8 ou même de 10 atmosphères.

Les machines à vapeur sont du système Armington, à bâti Porter-Allen, ou à baïonnette, à un seul cylindre, avec arbre moteur équilibré portant deux volants. Les fusées ont de grandes surfaces et les paliers avec coussinets, en métal antifriction, ont du jeu pour les placer de la façon la plus favorable afin de leur assurer le plus haut degré de liberté. L'arbre peut faire 250 et même 350 tours par minute pendant plusieurs jours, sans arrêt et sans échauffement.

La distribution de la vapeur se fait au moyen d'un tiroir équilibré en forme de piston et entouré par la vapeur. Les lumières pour l'admission de la vapeur aux deux extrémités du cylindre sont très courtes, pour éviter la moindre perte de temps. En outre, l'accès de la vapeur se fait par l'extérieur et par l'intérieur du tiroir, dont l'axe est creux, de sorte qu'avec une faible course on obtient à l'instant une grande ouverture d'orifice, ce qui est nécessaire pour la marche à grande vitesse. Un graisseur automatique, disposé sur le tuyau d'admission de la vapeur dans le tiroir, fournit toutes les minutes une ou deux gouttes d'huile constituant un graissage suffisant pour rendre étanche le tiroir.

Mais l'organe qui m'a le plus frappé dans ces belles

machines, c'est le régulateur de la marche, entièrement différent de ceux à boules tournantes, dont on connaît tant de variétés. La force centrifuge y a bien sa part d'action, mais d'une autre manière, et si on n'était pas averti, on ne le discernerait pas. Il est placé dans un petit tambour fixé à côté du volant et tournant avec lui. Des poids en forme d'arcs, fixés à charnières par un bout et de l'autre retenus par des ressorts en hélice, obéissant à la force centrifuge développée par le mouvement de rotation, déplacent, selon la diminution ou l'accélération de la vitesse, deux excentriques montés sur l'arbre et gouvernant le collier de la barre du tiroir. Lorsque la machine est au repos, les arcs, ou poids, sont le plus rapprochés du centre du tambour, et les excentriques disposés pour donner au collier et à la barre d'excentrique le déplacement le plus considérable, ce qui a pour effet d'ouvrir au maximum les orifices d'admission de la vapeur dans le cylindre, et à produire un grand développement de force. Mais à mesure que la vitesse augmente, la force centrifuge écarte les arcs, qui s'appliquent contre la périphérie du tambour, et ramènent les excentriques dans une position telle que le collier et la barre d'excentrique n'ont plus qu'un déplacement très faible, mais suffisant pour permettre l'accès instantané d'un jet de vapeur dans le cylindre pour pousser le piston. Cette disposition maintient l'uniformité de cet accès et détermine une marche d'une extrême régularité, constatée par le nombre de tours par minute, qui reste le même sans écarts notables.

Je ne mentionne que pour mémoire la transmission de la force motrice aux deux dynamos actionnées par chaque moteur. Ces deux appareils sont aux an-

gles d'un rectangle forme par eux et les moteurs ; des courroies américaines très perfectionnées servent à la transmission. Les unes, de 43 centimètres de largeur, sont des lanières faites du cuir du dos de 20 bœufs, collées ensemble sans qu'on aperçoive la moindre suture et présentant partout la même flexibilité. Les autres sont composées de petits paillons de cuir enfilés dans des broches de fer, comme on le voit dans certaines nattes de portes. Une seule courroie de ce dernier genre a coûté 700 marks.

Tout ce que je viens d'exposer montre l'importance que les grands constructeurs attachent à l'extrême régularité du moteur des dynamos dans le cas spécial de la production de la lumière électrique. Aussi ai-je été surpris en voyant l'égalité, la tranquillité, la constance de la lumière des lampes à arc.

Je remarquai que les balais des dynamos sont larges, plats, effleurant à peine les arbres de rotation, et qu'on n'y voyait pas une étincelle. L'ingénieur qui nous accompagnait souleva du doigt un ou deux de ces ressorts et dit : Si jamais on apercevait ici des étincelles, on renverrait l'employé qui en serait cause.

La puissance magnétique de ces dynamos, qui font 600 tours par minute, est telle qu'en nous en approchant nos clefs s'agitaient dans nos poches, et que la chaîne de montre en acier de l'ingénieur se tenait horizontale. Pour leur présenter nos clefs, il fallait passer les doigts dans l'anneau, sinon elles se seraient précipitées sur ces machines. Je n'ai pas besoin de dire qu'on nous avait fait déposer nos montres à une distance respectueuse.

Dans le fond de la salle, sur une estrade longeant

le mur, sont les appareils de distribution commandant neuf gros câbles qui se répandent, en se ramifiant, dans la ville par des canaux souterrains. Là sont aussi les instruments de mesure — volts — ampères — les compteurs de quantités d'électricité — un grand rhéostat pour modérer et régler les courants, etc.

L'unité adoptée pour l'évaluation de la quantité d'électricité livrée aux abonnés est l'ampère-heure, sous une pression de 110 volts. Le tarif est 10 pfennigs par ampère-heure. — Le courant nécessaire pour alimenter pendant une heure une lampe d'un pouvoir éclairant de 16 bougies est $\frac{1}{2}$ ampère-heure.

Le tarif de 10 pfennigs par 1 ampère-heure sera appliqué, quel que soit le mode d'emploi du courant.

Le paiement du courant électrique fourni a lieu sur la présentation de factures trimestrielles établies d'après les indications des compteurs d'électricité installés chez l'abonné et vérifiés par l'administration municipale.

Les compteurs peuvent être loués par l'entreprise à des prix fixes, comprenant leur mise en place, leur service, leur tenue en bon état. Ces prix sont pour 3 mois : pour les compteurs de $2 \times 12 \frac{1}{2}$ ampères fr. 3,75, pour ceux de 2×25 ampères fr. 4,50. — 2×50 ampères, fr. 5. — 2×100 ampères, fr. 6,25.

Les compteurs Aron, en usage, se composent d'un engrenage comprenant un rouage à angle avec une troisième roue à angle tournant dans l'espace. Une de ces roues est mise en mouvement par les oscillations d'un pendule ordinaire en laiton, tandis que la roue tournant dans l'espace reçoit son mouvement d'un autre pendule de même longueur, à lentille

contenant du fer et oscillant au-dessus d'un solénoïde où passe le courant électrique. Celui-ci agit sur le pendule de manière à en modifier la marche ; les indications du compteur sont donc des quantités différentielles dépendant de la marche des 2 pendules. Il y a quatre cadrans à aiguilles comme dans les compteurs à gaz. Le tout est renfermé dans une boîte fermée, de 50 centimètres de hauteur sur 35 centimètres de largeur. Les indications de ces appareils sont d'une telle exactitude qu'en comparant les chiffres du compteur général avec la somme des compteurs particuliers la différence n'est guère que de $\frac{2}{1000}$.

L'éclairage électrique de Mulhouse est une entreprise de la maison Siemens-Halske, de Berlin ; c'est elle qui l'exploite et fait concurrence à l'usine à gaz qui dépend de la Société parisienne du gaz, dont le siège est à Paris.

Le plus grand développement de câble est pour le moment d'environ 1200^m.

Chaque dynamo est de 120 volts et 350 ampères ; actuellement les deux dynamos desservent chacun 3000 lampes de 16 bougies chacune.

Pour compléter ces renseignements, je dois ajouter que beaucoup de fabriques et d'ateliers ont leur éclairage électrique particulier produit par leur force motrice. Cela n'a rien d'étonnant lorsqu'on voit la forêt d'énormes cheminées qui obscurcissent l'air de leur fumée, et qu'on sait le nombre incroyable de puissantes machines à vapeur en activité dans le rayon de cette ville pour le service de nombreuses industries.

NOTE

sur le sondage exécuté en avant du Crêt par la Commune de Neuchâtel

PAR M. G. RITTER, INGÉNIEUR CIVIL

L'administration communale voulant se rendre compte de la nature et de la résistance du terrain situé en dessous des remplissages exécutés en avant du Crêt, il est intéressant de noter dans nos Bulletins les observations faites à l'occasion de ce sondage.

La figure ci-jointe donne la coupe des terrains traversés par le sondage; celui-ci a été exécuté au moyen d'une chambre à air comprimé, surmontée d'une cheminée cylindrique, terminée elle-même au sommet par une seconde chambre à air où se fait l'opération de sortie des matériaux extraits par les ouvriers.

Le remplissage du lac opéré en cet endroit avec des matériaux provenant du Crêt-Taconnet, occupait une hauteur de 3^m,90 jusqu'à l'eau; de ce point on traversa avec l'appareil 2^m,60 de même terrain, ce qui fit constater que la couche de remplissage existe en ce point sur une épaisseur de 6^m,50.

Dès cette profondeur, le sondage traversa du sable limoneux bleuâtre, assez semblable à celui que les bateliers amènent journellement de Portalban. Une perforation d'environ 1^m,20 dans ce dépôt permit ensuite d'atteindre des couches de même sable mélangé

de gravier de grosseur moyenne, analogue à celui qui sert à la recharge des routes; dans cette couche de 0^m,80, le sable dominait considérablement en volume celui du gravier. Ces deux couches de sable limoneux et de sable semblable mélangé de gravier donnèrent donc une épaisseur totale de 2^m,00.

On descendit encore de quelques centimètres au-dessous des 8^m,50 atteints, puis il se produisit une rupture des maçonneries en ciment enveloppant la cheminée de l'appareil.

Ne pouvant pousser plus loin la descente de l'appareil, on opéra un sondage à la tarière. Cette opération ne ramena, sur une profondeur de 1^m,60, que du limon argileux et marneux, de nature plastique.

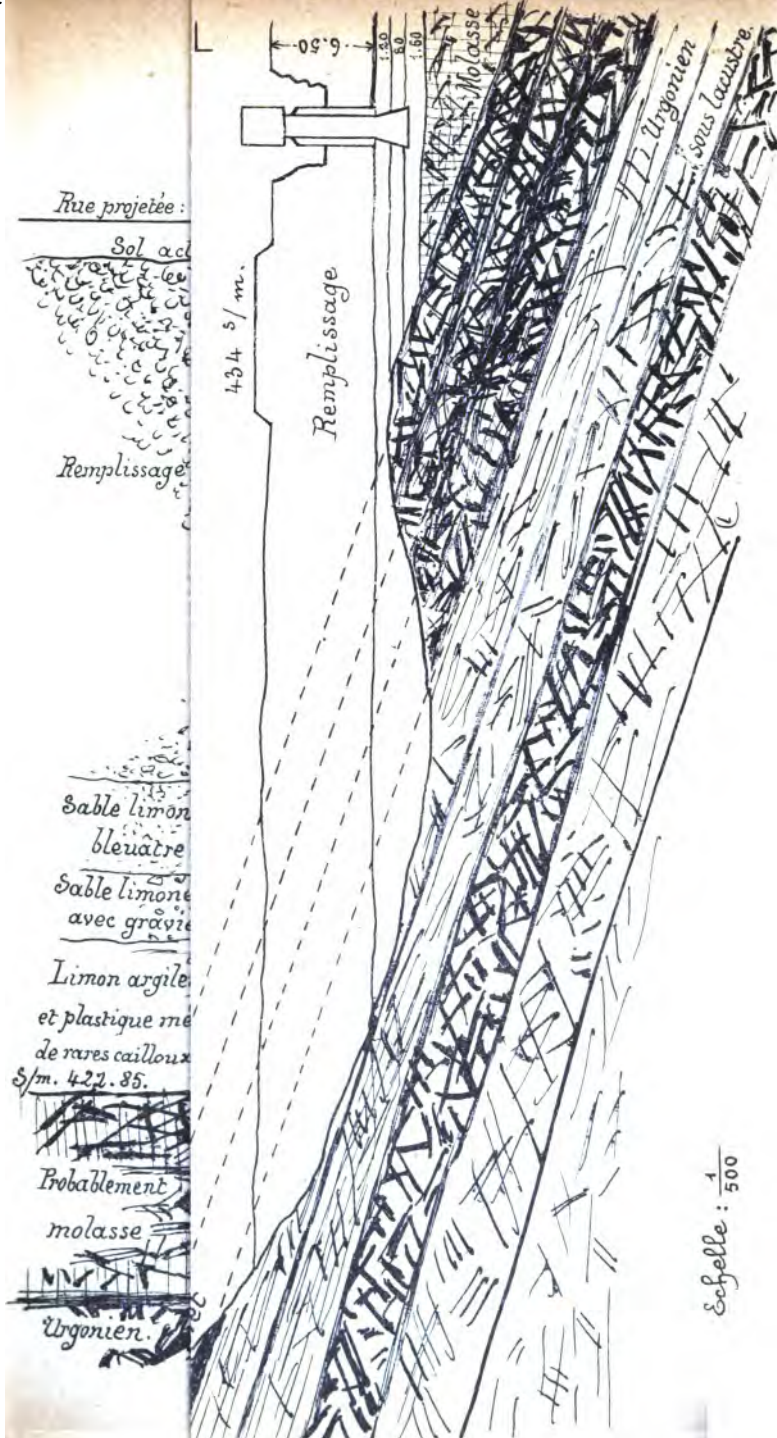
Arrivée à 1^m,60, la sonde ou tarière rencontra un obstacle résistant que l'on traversa avec une barre à mine, et enfin celle-ci, après une descente de 0^m,20, arriva au terrain dur de nature rocheuse. Le barraminage, continué dans cette couche, avançait de 10 à 12 millimètres par dix minutes d'un travail énergique.

La bouillie provenant du barraminage, lavée, fournit du sable analogue à celui que donne la molasse grossière pulvérisée.

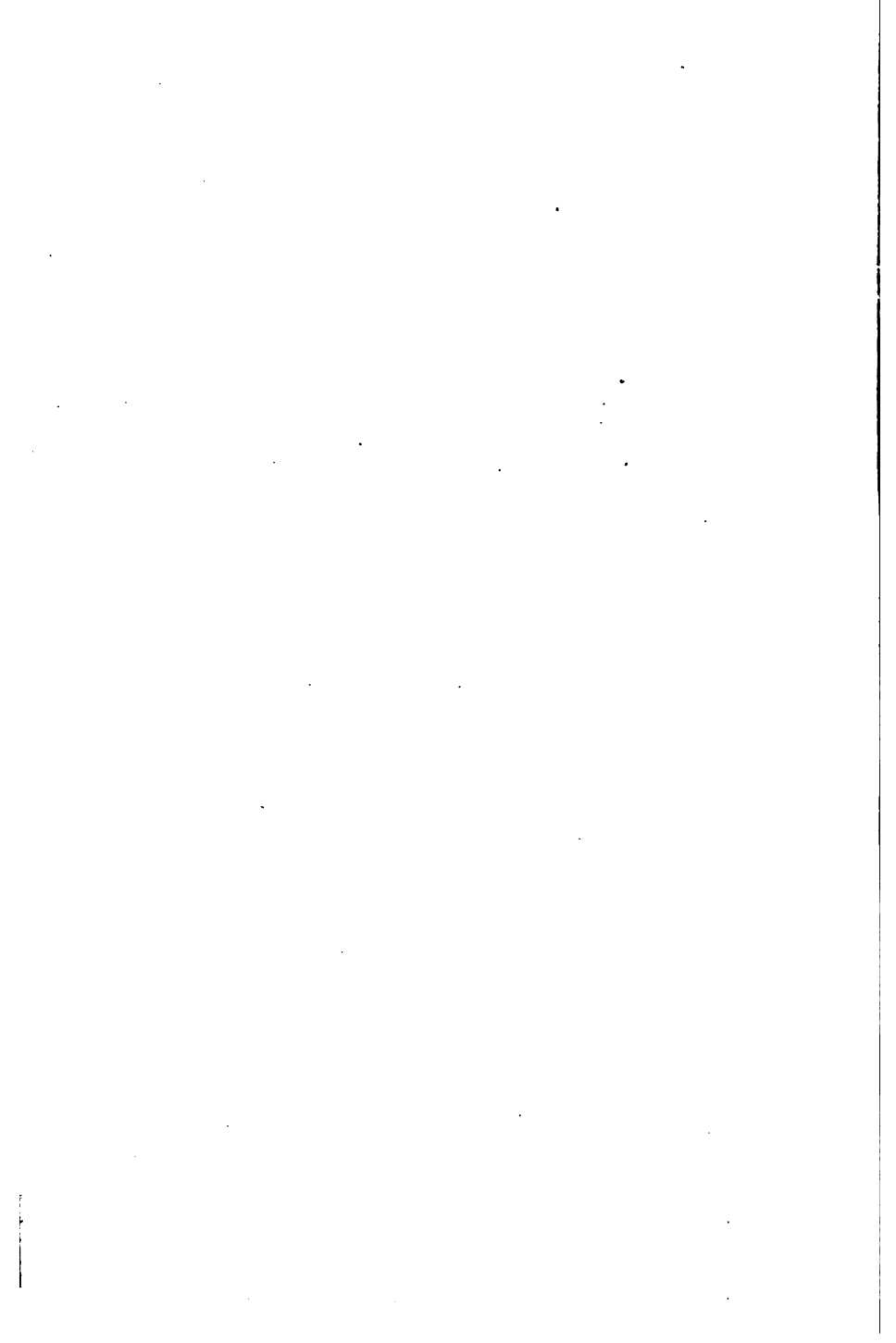
La descente totale du sondage a donc atteint
 $6^m,50 + 1^m,20 + 0^m,80 + 1^m,60 = 10^m,10$.

Le sol de la rue projetée étant à la cote .	434 ^m ,00
et la cote du fond du sondage à	422 ^m ,85
la différence de niveau de ces deux points	
fut donc de	11 ^m ,15

Ces deux nombres concordent avec la hauteur qui existe entre la cote du sol de la rue et celui de la surface où s'est fait le sondage.



Echelle : $\frac{1}{500}$



Un fait curieux est celui de la découverte, dans les couches limoneuses du fond, de cailloux striés, ce qui prouve que cette couche limoneuse est du terrain glaciaire ou du terrain remanié, avec provenance de cette nature et reposant sur la molasse trouvée au dessous.

La déclivité des couches urgoniennes du Crêt prolongée arrive à environ 14^m de profondeur sous la surface (voir fig. II), ce qui indiquerait que la couche de tertiaire aurait une épaisseur d'environ 3^m, et il est probable que cette couche est d'une nature analogue à celle des molasses de Champveyres, Saint-Blaise et Boudry, appartenant au groupe des molasses éocènes ou peut-être n'est-elle que du calcaire d'eau douce.

Disons en terminant que la grande profondeur de 11^m,15 à laquelle il faudrait descendre des fondations d'édifices de grandes dimensions, pour trouver une résistance absolue du sol, rendra toujours fort coûteuse la construction de semblables édifices sur cet emplacement.

C'est aussi probablement à la couche limoneuse élastique de 1^m,60, qui se prolonge évidemment sur une grande étendue, qu'il faut attribuer les tassements et fissurations des murs du bâtiment des Beaux-Arts, malgré la grande épaisseur donnée au béton de fondation qui règne sous la totalité de l'édifice.



SUR UNE ÉQUATION PERSONNELLE

DANS LES OBSERVATIONS DE PASSAGE

(Seconde communication)

PAR LE D^r J. HILFIKER

J'ai eu l'honneur, il y a deux ans, de communiquer à la Société les résultats d'une première étude sur une équation personnelle dans les observations de passage. Il s'agissait de la détermination de l'équation qui existe, pour le même observateur, entre l'ancienne méthode — en estimant à l'ouïe la fraction de la seconde à laquelle le passage de l'étoile a lieu — et la méthode américaine ou électrique, en enregistrant les passages sur un chronographe. Pendant les deux dernières années, j'ai continué ces observations en employant exclusivement la seconde des deux méthodes, que j'ai exposée dans ma première communication. Le réticule de notre cercle méridien, qui a servi aux observations, contient un système de 21 fils horaires, distribués autour du fil du milieu en quatre groupes de 5 fils chacun, dont la distance équatoriale est de trois secondes environ, tandis que les intervalles entre les groupes sont de six secondes, en sorte qu'il est facile d'enregistrer le passage d'une étoile devant 8 fils et d'observer cette même étoile à l'ouïe au moins devant un nombre égal de fils.

Il résulte du nombre assez considérable de mes

observations que l'erreur moyenne d'une observation chronographique d'un fil est de $\pm 0^s,087$ et que, pour la méthode à l'ouïe, cette erreur moyenne est de $\pm 0^s,110$, en sorte que l'erreur moyenne d'un passage devant 8 fils devient :

$m = \pm 0^s,033$ pour la méthode chronographique.

$n = \pm 0^s,042$ pour la méthode à l'ouïe.

Mais l'équation personnelle en question n'est autre chose que la différence des deux moyennes, observée à l'ouïe et d'après l'ancienne méthode, en sorte qu'on peut s'attendre à une erreur moyenne de l'équation personnelle, déduite d'une seule étoile de :

$$E = \sqrt{m^2 + n^2} = \pm 0^s,052$$

et l'on voit que l'erreur moyenne du résultat d'une série d'étoiles, d'une nuit d'observation, série qui se compose de 10 à 12 étoiles, ne devrait pas dépasser sensiblement :

$$\pm 0^s,017$$

On peut se convaincre, par le tableau qui va suivre, qu'en moyenne, ce degré de précision a été réalisé à peu de chose près. Chaque nuit d'observation donne un résultat partiel d'un poids ou d'une importance qui dépend du nombre des étoiles observées, des conditions météorologiques dans lesquelles les observations ont été faites, et surtout de la disposition momentanée de l'observateur. Il était donc nécessaire de calculer le poids pour chaque résultat partiel et j'ai choisi comme unité le poids correspondant à une erreur moyenne de $\pm 0^s,02$, les valeurs extrêmes des erreurs moyennes calculées étant de :

$\pm 0^s,010$ et $\pm 0^s,031$

Le tableau I contient les résultats partiels des cinquante-six nuits d'observations, avec l'indication de la parallaxe des plumes, de la position de l'instrument, du nombre des étoiles observées, de l'erreur moyenne et du poids calculé.

I

Date	Parallaxe des plumes	Position du cercle de l'in- strument	Nombre des étoiles	Equation personnelle	Erreur moyenne	Poids	Observations
1883							
Févr. 19	+ 0,02	ouest	18	+ 0,13	$\pm 0,024$	0,7	On a nettoyé les plumes.
23	+ 0,02	»	11	+ 0,12	0,022	0,8	
25	+ 0,03	»	10	+ 0,08	0,023	0,8	
Mars 19	+ 0,02	»	15	+ 0,01	0,024	0,7	
Juin 13	— 0,05	»	13	+ 0,06	0,020	1,0	
Sept. 1	— 0,04	»	10	0,00	0,025	0,6	
13	— 0,04	»	15	+ 0,14	0,026	0,6	
19	— 0,04	»	14	+ 0,01	0,017	1,4	
1884							
Mars 1	+ 0,15	ouest	7	+ 0,13	$\pm 0,016$	1,6	On a changé les plumes.
3	+ 0,15	»	6	+ 0,08	0,025	0,6	
8	+ 0,15	»	10	+ 0,08	0,016	1,6	
13	+ 0,15	»	8	+ 0,11	0,022	0,8	
15	+ 0,15	»	9	+ 0,09	0,025	0,6	
17	+ 0,15	»	12	+ 0,09	0,020	1,0	
24	+ 0,15	»	7	+ 0,07	0,026	0,6	
Nov. 13	0,00	»	11	+ 0,08	0,015	1,8	On a cha ngées plumes.
14	0,00	»	8	+ 0,06	0,026	0,6	
26	0,00	»	16	+ 0,04	0,018	1,2	
Déc. 13	0,00	»	9	+ 0,09	0,012	2,8	
1885							
Janv. 29	0,00	ouest	10	+ 0,05	0,012	2,8	
31	0,00	»	13	+ 0,08	0,014	2,0	
Fév. 6	0,00	»	7	+ 0,01	0,020	1,0	

Date	Parallaxe des plumes	Position du cercle	Nombre des étoiles	Equation personnelle	Erreur moyenne	Poids	Observations
1887							
Avril 2	— 0,01	est	9	— 0,02	± 0,016	1,6	
4	— 0,02	ouest	9	+ 0,02	0,025	0,6	
20	— 0,05	est	12	+ 0,01	0,031	0,4	
Mai 28	— 0,03	,	11	0,00	0,025	0,6	
Juin 11	— 0,03	,	11	+ 0,03	0,020	1,0	
14	— 0,03	,	11	+ 0,07	0,014	2,0	
15	— 0,03	ouest	13	+ 0,02	0,014	2,0	
17	— 0,03	,	12	+ 0,01	0,018	1,2	
Juillet 2	— 0,03	,	10	+ 0,06	0,027	0,5	
14	— 0,03	est	9	+ 0,07	0,022	0,8	
Août 16	— 0,03	,	7	+ 0,01	0,021	0,9	
26	— 0,03	ouest	10	+ 0,01	0,022	0,8	
27	— 0,03	,	11	— 0,01	0,020	1,0	
Oct. 15	— 0,02	,	10	— 0,04	0,014	2,0	
16	— 0,02	,	16	— 0,05	0,024	0,7	
20	— 0,03	,	14	— 0,03	0,021	0,9	
22	— 0,02	est	14	0,00	0,027	0,5	
26	— 0,02	,	14	— 0,06	0,010	4,0	
Nov. 2	— 0,01	ouest	9	— 0,03	0,021	0,9	
26	— 0,04	,	10	— 0,08	0,023	0,8	
1888							
Fév. 13	+ 0,02	ouest	14	— 0,02	0,013	2,4	On a nettoyé les plumes.
Mars 1	— 0,01	,	10	0,00	0,013	2,4	
20	0,00	,	16	— 0,04	0,021	0,9	
21	0,00	,	8	— 0,08	0,011	3,3	
Juillet 9	— 0,03	est	14	— 0,03	0,010	4,0	Juin 27 : Change- ment des plu- mes.
13	— 0,02	,	9	— 0,02	0,022	0,8	
14	— 0,03	,	11	— 0,04	0,013	2,4	
14	— 0,03	,	11	— 0,04	0,013	2,4	
Aug. 3	0,00	ouest	15	— 0,02	0,017	1,4	
9	0,00	,	10	— 0,05	0,015	1,8	
16	— 0,01	est	14	+ 0,02	0,012	2,8	
23	0,00	,	9	+ 0,03	0,017	1,4	
Sept. 21	0,00	ouest	13	— 0,06	0,014	2,0	
Oct. 19	0,00	est	9	— 0,05	0,023	0,8	

II

Années	Nombre des nuits d'observation	Nombre des étoiles observées	Moyenne simple de l'équation personnelle	Erreur moyenne	Moyenne en tenant compte des poids	Equation calculée	Calculé moins observé
1883	8	106	+0.081	± 0.019	+0.074	—	—
1884	11	103	+0.084	0.007	+0.086	+0.077	—0.009
1885	3	30	+0.047	0.020	+0.052	+0.062	+0.010
1887	20	222	—0.002	0.009	—0.006	—0.003	+0.003
1888	13	152	—0.032	0.007	—0.023	—0.026	—0.003

Le tableau II contient les moyennes des années 1883 à 1888 et on voit qu'à partir de 1884 l'équation personnelle a diminué lentement mais assez régulièrement, en passant par 0 et en changeant de signe. Si nous désignons par x la moyenne de cette équation, qui correspond à l'époque 1886,5 et par y sa variation annuelle, on peut établir les équations de condition :

$$1884,5 : +0,086 = x - 2y$$

$$1885,1 : +0,052 = x - 1,4y$$

$$1887,7 : -0,006 = x + 1,2y$$

$$1888,6 : -0,023 = x + 2,1y$$

En donnant le même poids à toutes ces équations, on trouve :

$$x = +0,027 \pm 0,004$$

$$y = -0,025 \pm 0,002$$

Avec ces valeurs, on calcule de nouveau l'équation personnelle pour les différentes époques et on trouve les résultats que j'ai indiqués dans l'avant-dernière colonne du tableau II.

NOTICE

Sur la formation des lacs du Jura et sur quelques phénomènes d'érosion des rives de ces lacs

PAR M. G. RITTER, INGÉNIEUR CIVIL

Peu de lacs offrent à l'observateur des phénomènes aussi variés et multiples de l'action des eaux sur leurs rives que les lacs du Jura et en particulier celui de Neuchâtel.

Ce dernier, encaissé à ses extrémités nord-est et sud-ouest par des marais aujourd'hui assainis et plus ou moins desséchés par l'entreprise de la correction dite des Eaux du Jura, au sud par une zone de tertiaire ou terrain miocène quelque peu tourmenté par les dernières oscillations du sol terrestre ou mieux par les dernières révolutions du globe, enfin encaissé au nord par les bancs inclinés urgoniens de l'étage crétacé, sur lesquels empiètent parfois des lopins de tertiaire, terrains tantôt passablement élevés en altitude, comme à Bevaix, à Boudry et à Saint-Blaise, parfois à fleur d'eau, comme à Champveveyres, Beaurivage ou Auvrier (si toutefois ces derniers sont du tertiaire et non du calcaire d'eau douce plus récent), le lac de Neuchâtel offre à l'observateur, comme action de l'eau sur ses rives, un champ inépuisable d'étude et par suite une riche collection de faits à noter, aussi intéressants que variés.

C'est de quelques-uns de ces faits, basés sur les observations journalières que me vaut mon séjour sur les rives de notre lac, dont je désire entretenir la Société en ce moment.

J'ai eu l'honneur, il y a quelques années, d'exposer ici ma première observation concernant l'érosion aux Saars de couches limoneuses de formation actuelle, mais relativement déjà anciennes, puisqu'elles ont atteint un certain degré de concrétion et forment à leur surface une croûte présentant une certaine résistance à l'action érosive actuelle des eaux.

Cette couche concrétionnée, fruit d'une longue période de calme, m'avait permis de conclure, dans une précédente communication, que, pendant l'époque préhistorique lacustre du plus bas niveau des eaux du lac, jamais celles-ci n'avaient atteint un niveau aussi bas que celui obtenu aujourd'hui par la correction des Eaux du Jura¹.

La suite de mes observations est venue confirmer entièrement jusqu'ici ce premier fait. Et d'abord, parmi les matériaux charriés depuis l'abaissement récent des eaux sur les rives du lac et amassés sur ses bords, aucun débris trouvé n'indique la trace de restes d'habitations humaines dans ces matériaux, provenant des couches inférieures ou de la croûte

¹ L'existence des steinbergs de l'âge de la pierre, pas plus que la profondeur très grande des stations du bronze, ne peuvent infirmer ce fait. Les premiers, au contraire, sont si complètement à sec pendant les basses eaux actuelles, qu'ils le confirment; quant à la grande profondeur d'eau, elle n'était point susceptible d'embarrasser nos lacustres pour l'installation de leurs pilotis, qui avaient jusqu'à huit et dix mètres de longueur. Ils étaient sans doute passés maîtres, comme les sauvages de certaines îles de l'époque actuelle, dans l'art de planter sans sonnettes des piquets fort longs et surtout de les lier et entretoiser avec des lianes sans le secours de clous, boulons, ni autres objets en métal.

même, aujourd'hui entamée et si visible le long des Saars. Autrement, il est évident que des traces de pierres calcinées, des débris de poteries ou d'éclats de silex, etc., etc., seraient jetés à la côte avec les sables et les graviers de la couche en question, si la zone occupée par celle-ci avait été autrefois à sec et habitée, ou avait servi de campement aux nombreuses populations de l'époque préhistorique lacustre.

Cette conclusion pourrait toutefois donner lieu à quelques objections sur ce que j'avance, mais une autre raison, d'une nature plus certaine et plus démonstrative, ne laisse pas le moindre doute sur cette question de plus bas niveau des eaux du lac.

Cette autre raison, péremptoire à mes yeux, consiste dans l'apparition, parmi les matières affouillées et jetées à la côte, d'une masse de pierres très peu roulées ou arrondies, de nature crétacée et de grosseur moyenne, provenant d'une érosion ancienne des bancs d'urgonien du rivage, pierres que les eaux ne cessent aujourd'hui de découvrir et d'amener peu à peu, par bandes parallèles, rejoindre au rivage celles qui y sont déjà et provenant d'érosions plus modernes.

Une fois que les sables et graviers de nature morainique, qui recouvrent ces pierres d'urgonien ou qui se trouvent mélangés avec elles ont été enlevés, ces pierres sont mises à découvert, refoulées peu à peu par bandes ou masses parallèles contre le rivage et y augmentent le contingent de celles qui garnissent le pied des falaises rocheuses et provenant du travail de désagrégation opéré par les hautes eaux du lac pendant toute la période contemporaine qui a précédé la correction des eaux (voir fig. 1).

Pour bien se rendre compte de l'action dont il

s'agit, il importe d'écrire l'histoire géologique du banc d'urgonien lui-même, ainsi que des actions énergiques destructives qui l'ont réduit en fragments remaniés aujourd'hui par les eaux et jetés à la côte, au pied des bancs en partie encore existants, dont ils proviennent.

L'urgonien, en stratification presque généralement concordante avec le néocomien et le valangien, était déjà formé comme ceux-ci lors du soulèvement jurassique et il a épousé la forme imprimée par ce soulèvement à la chaîne de Chaumont (fig. 2):

La mer tertiaire, qui a déposé chez nous, sur l'urgonien, les sédiments tertiaires, en stratification discordante, et peu inclinés de Champveyres ou plus déclifs de Saint-Blaise et Boudry, aurait-elle peut-être déjà commencé l'érosion de cet urgonien; c'est assez peu probable, car jusqu'ici on ne rencontre jamais dans la masse tertiaire de galets ou rognons calcaires jaunes, déposés pêle-mêle avec les sables et limons constitutifs de cette masse, ce qui serait cependant le cas; absolument comme si aujourd'hui la masse des sables du dépôt erratique ou diluvien du fond du lac, qui englobe les pierres d'urgonien dont je m'occupe, se durcissait et devenait roche, il est évident que dans ce banc de grès lacustre nouveau et contemporain, qui se formerait, on retrouverait des rognons ou même des poudingues de cailloux urgoniens.

Rien de semblable ne se présente nulle part dans toute la série des bancs tertiaires, par exemple à Boudry où ils surplombent l'urgonien de Trois-Rods et sont visibles sur toute leur épaisseur. On n'en retrouve pas davantage dans les molasses de Saint-Blaise, ni dans les bancs découverts de Champveyres,

immédiatement voisins de l'urgonien ; on est donc en droit de croire, vu cette absence de cailloux calcaires englobés, que la mer tertiaire est indemne ou innocente des actions érosives qui ont formé les falaises de Monruz ou des Saars, de la Maladière, de Serrières ou du littoral de Gorgier-Vaumarcus, etc.

Ce point établi, et le tertiaire formé, le soulèvement jurassique a encore quelque peu continué, de manière à porter ce tertiaire à des hauteurs variables, telles que nous les constatons actuellement. Puis sont arrivés les grands changements climatériques qui ont préparé et permis ces condensations formidables de vapeur d'eau et par suite la formation de ces cours d'eau volumineux qui ont creusé les vallées, dénudé et modifié le relief des massifs montagneux, auxquels enfin nous devons les bouleversements de l'époque quaternaire et de la période glaciaire.

Cette action de dénudation et de creusement a dû être des plus actives entrè les Alpes et le Jura, ainsi qu'en témoignent les immenses ravinements dont les Alpes ont été le théâtre, comme aussi les accumulations de cailloux roulés que l'on retrouve partout sous forme de terrasses ou de remplissages plus ou moins nivelés, dans les vallées des fleuves qui en descendent et dont les ravinements ont fourni la plus grande partie des matériaux. L'érosion s'est exercée dans la vallée suisse d'une façon non moins intense que dans les Alpes, par l'enlèvement de zones entières de tertiaire, en laissant des massifs isolés, tels que Jolimont, le Vuilly, l'île de Saint-Pierre et une foule d'autres collines semblables, témoins irrécusables non seulement de l'étendue et de la puissance des couches tertiaires formées, mais encore de la force pro-

digieuse et irrésistible des grands courants érosifs subséquents.

Ces grands effets perturbateurs des couches sédimentaires déjà consolidées à l'époque quaternaire, ont sans doute exercé aussi une action puissante sur les terrains crétacés de notre contrée et des rives du lac. Ne leur devons-nous pas probablement aussi l'enlèvement partiel ou la disparition de la masse urgonienne dont le Crêt, la Pierre-à-Mazel, le Nid du Crod, les Saars et d'autres massifs semblables, sont les lopins ou témoins restants? Cela est probable. Mais l'action qui, dans la plaine suisse, a balayé des centaines de mètres d'épaisseur de tertiaire sur d'immenses étendues sans en laisser aucune trace, a évidemment enlevé du même coup, en les broyant et les roulant, les roches urgoniennes et crétacées dont nous constatons la disparition, et leurs débris sont allés au loin former les masses diluviennes de cailloux roulés calcaires, tels qu'on les trouve mélangés aux cailloux calcaires analogues, siliceux ou de nature métamorphique des Alpes.

Les surfaces recouvertes par les débris roulés de l'époque quaternaire sont considérables et se retrouvent parfois à de grandes hauteurs; il en résulte que leur mélange avec les masses de transport, charriées postérieurement par les glaciers, est assez difficile à constater chez nous et la distinction serait même impossible, si ces dernières ne présentaient pas ordinairement un facies plus boueux et moins lavé, des cailloux plus anguleux et quelquefois striés, enfin souvent des strates de glaise mélangées aux amas de galets, alors que le diluvium quaternaire graveleux n'est que très exceptionnellement mélangé d'argiles

boueuses, tandis que des sables plus ou moins grossiers s'y trouvent fréquemment entremêlés ; enfin les cailloux anguleux et striés y font absolument défaut.

Les argiles quaternaires produites chez nous essentiellement par le lavage des terrains marneux et schisteux des Alpes, comme aussi par le lavage des pâtes qui agglutinaient les sables des molasses et du grès tertiaire affouillés, ont été entraînées beaucoup plus loin par les grands courants dénudateurs de cette époque. Elles ont formé ces loëss ou lehms, déposés parfois sur de très grandes épaisseurs sans stratification, comme dans les Pays-Bas, par exemple, delta du principal de ces courants descendant des Alpes, dont le diminutif est devenu aujourd'hui le Rhin.

J'ajoute que de faibles dépôts de ce loëss ont pu parfois se déposer dans les anses ou rélargissements du lit de ces grands cours d'eau quaternaires, par exemple aux environs de Fribourg, où on en trouve de remarquables gisements dans la forêt des Rittes et à Péraules.

Revenons maintenant à notre sujet en disant que les pierres de nature crétacée qui se rencontrent au fond du lac, sur ses rives et extraites des masses sablonneuses et limoneuses actuellement affouillées, pierres généralement assez grosses et de plusieurs décimètres cubes, peu ou point du tout roulées et si près des bancs qui les ont produites, proviennent évidemment d'une action postérieure à celles si énergiquement érosives de cette époque quaternaire.

Ces pierres proviennent bien certainement de l'action érosive des eaux du grand lac jurassique qui a fait suite à la période tourmentée des grands courants. Ce grand bassin comprenait non seulement nos

trois lacs actuels, sur une largeur un peu moindre il est vrai, mais encore la surface occupée par les marais du Seeland, ceux de Nidau et de Brugg, ceux du Landeron, enfin les plaines non encore alluvionnées de l'Orbe et de la Broye (voir fig. 3).

La durée d'existence de cette nappe d'eau fut séparée en deux par l'apparition des glaciers; ceux-ci purent se former, lorsque les grandes précipitations d'eau sur les Alpes, à l'état de neige, eurent rempli les immenses cavités résultant de leur ravinement si considérable de l'époque quaternaire et créé par suite des névés assez puissants, pour former et alimenter ces masses de glace, qui descendirent pendant un certain temps si bas et si loin dans les vallées environnantes.

Le refroidissement de la terre à l'époque quaternaire était assez avancé pour que la cause qui produit les saisons se fit déjà sentir et la grande quantité d'eau précipitée à l'état de neige sur le massif alpin, comme aussi sur la calotte très refroidie déjà des pôles, fût une cause assez suffisante de l'apparition de l'époque glaciaire dans ces contrées, pour qu'il soit inutile d'en chercher une autre ailleurs, par exemple dans la précession des équinoxes, la submersion du Sahara ou celle de l'Atlantide, qui auraient produit des perturbations telles que l'extension des glaciers en eût été une des principales conséquences.

Pendant cette période glaciaire, les pentes qui bordent notre lac au nord furent chargées de débris morainiques lors du retrait et de la disparition du glacier, retrait qui eut pour cause la fin des précipitations abondantes d'eau et une nouvelle répartition de celle-ci en ses divers états gazeux et liquide, en-

suite d'un nouvel équilibre résultant d'un refroidissement par rayonnement moindre de la terre combiné avec l'action formatrice des saisons, action qui prenait de plus en plus d'ampleur. Les eaux du lac reprirent leur domaine et nivelèrent les sables, boues et cailloux qui enveloppent aujourd'hui les pierres d'urgonien récemment mises à jour ; enfin, la sédimentation, qui a formé la croûte durcie recouvrant le tout, et qui est attaquée actuellement par l'érosion, commença alors ses effets au moyen des matières qui constituent ordinairement ces dépôts sédimentaires, savoir :

1^o Par le dépôt des matières troublant les eaux des rivières et ruisseaux qui alimentaient le lac. Cet apport de matière est encore des plus apparents de nos jours lors des crues.

2^o Par la précipitation des sels calcaires des eaux de sources et des ruisseaux et rivières, dont la richesse en calcaire est généralement de

$\frac{18}{100000}$ à $\frac{20}{100000}$, tandis que l'eau du lac n'en révèle à l'analyse que $\frac{12}{100000}$ à $\frac{13}{100000}$.

Cette diminution de richesse fournie à l'analyse hydrotimétrique de plus de 30 % ne saurait être attribuée à l'eau de pluie tombant sur le lac et étendant d'eau distillée les eaux chargées de sels calcaires de ses affluents, car la surface du lac de Neuchâtel étant de 239,6 kilomètres carrés et celle de son bassin hydrographique de 2620 kilomètres carrés, l'eau pure tombée sur la première ne saurait diminuer la saturation calcaire de celles fournies par le bassin entier que de 9 % au plus ; d'autres actions de décalcairéa-

tion sont évidemment en jeu ici et dues peut-être en partie à la vie organique des innombrables animaux, d'espèces et de variétés si diverses qui peuplent le lac. Quoi qu'il en soit, cette précipitation fournit évidemment un volume considérable de matières ténues à la sédimentation.

3° Cette sédimentation s'enrichit encore des déjections des animaux, tant microscopiques que visibles, animaux pélagiques ou poissons, ainsi que des corps de ceux qui périssent et restent au fond.

4° Enfin, elle s'enrichit de toutes les matières organiques, poussières atmosphériques, corps flottants ou autres substances, qui peuvent, en devenant lourdes, se déposer au fond des eaux.

Eh bien ! c'est ce dépôt sédimentaire, fruit de longs siècles, qui a recouvert les sables et graviers enveloppant les débris urgoniens aujourd'hui jetés à la côte par une action affouillante plus profonde qu'elle ne s'est jamais fait sentir dans le lac depuis l'époque immédiatement postérieure à l'époque glaciaire ; c'est ce dépôt qui est enlevé actuellement avec les sables et les grosses pierres urgoniennes qu'il recouvre (fig. 1).

C'est donc avec raison qu'on peut affirmer que l'action érosive des eaux, ensuite de leur bas niveau, atteint aujourd'hui son maximum d'action et d'amplitude ; car s'il en eût été autrement dans les époques antérieures, il y a longtemps que les sables eussent été purgés des pierres urgoniennes aujourd'hui jetées au rivage, et celles-ci remplacées par d'autres sables, sans mélange de ces pierres, peu ou point roulées, qui gisent ainsi parsemées à peu de distance des

falaises qui les ont produites. Une preuve encore que l'érosion des falaises urgoniennes, pour ce qui concerne ces pierres nouvellement mises à nu, a eu lieu avant l'arrivée des glaciers, ce sont les traces évidentes laissées par l'action de ces glaciers sur les falaises elles-mêmes. Je veux parler des couloirs et des marmites ou écuellles glaciaires. La descente des eaux de dégel des glaciers a formé sur les falaises des sinuosités en forme de couloirs, dues à l'action érosive et dissolvante de leurs eaux, action d'autant plus active sur la roche calcaire que cette eau de dégel était presque de l'eau distillée.

En outre, partout où il y a eu égouttage des eaux sur la roche, on trouve de petites excavations demi-sphériques fort caractéristiques, que l'on pourrait appeler des gouttes glaciaires; enfin des marmites ou écuellles, perforées par les sables ou graviers des moraines latérales, animés d'un mouvement giratoire engendré par l'eau des ruisseaux du glacier lui-même, se trouvent fréquemment creusées ou burinées dans le rocher de ces falaises. En revanche, et pour cause, on ne trouve aucune trace de politure ou striage de la roche urgonienne sur le flanc des falaises; par contre, le dessus du banc, mis à l'abri des agents atmosphériques par les amas qui le recouvrent, en présente des parties entières du plus beau lustrage et des mieux striées; la carrière des Saars en a fourni d'innombrables échantillons (voir fig. 4).

Telle est donc l'histoire et la chronologie probables des faits et causes qui ont produit l'érosion de la rive nord du lac de Neuchâtel; mais poursuivons notre étude et peut-être trouverons-nous également l'ordre chronologique des faits intéressant la trans-

formation de notre lac quaternaire en trois lacs distincts.

Revenons pour cela à l'époque glaciaire d'invasion de la plaine suisse par le grand glacier du Rhône, auquel venaient se joindre sans doute les tributaires de la chaîne des Alpes, c'est-à-dire les glaciers de la Sarine, de la Broye, de l'Aar, etc. Le passage du glacier par dessus les masses tertiaires de notre contrée, en atteignant presque la hauteur de la chaîne jurassique, n'a dû donner lieu à aucun fait influençant ou modifiant par son action la forme du bassin du grand lac jurassique dont il est ici question, sinon qu'il plongeait à fond dans ses eaux et empêchait toute action affouillante ou érosive de celles-ci; mais il en fut certes autrement pendant sa période de retrait. Un glacier étant un cours de masse pâteuse en mouvement, suit les lois de l'hydraulique applicables à cette masse en mouvement. En général, les phénomènes de déplacement qui se produisent dans les cours d'eau sont applicables aux glaciers.

Telle est, par exemple, la loi de répartition de vitesse de la surface au fond de la masse ou de sa ligne médiane à ses bords; tel est encore le roulement de ses divers étages de flots solides les uns sur les autres. Mais il y a plus : le charriage des moraines glaciaires donne lieu à des phénomènes identiques; et là où une eau troublée et chargée de sable et de galets, supposée suivre le chemin et le lit du glacier, aurait déposé ou formé un atterrissement, là aussi, à coup sûr, le glacier a laissé une masse de ses débris, boues ou cailloux morainiques en amas plus ou moins considérables. A ce propos, je citerai une masse caractéristique semblable, celle du Furcil, dont le

glissement a donné, il y a quelques années, tant de crainte, sapée qu'elle était à son pied par le détournement de la Reuse, passant sous le pont en quart de cercle dit Pont de la Baleine. Cet immense dépôt est dû au contournement brusque du glacier d'autrefois au Creux-du-Vent, glacier obligé de se replier sur lui-même en ce point pour reprendre sa route en contournant le Soliat.

Si c'eût été un fleuve (voir fig. 5), nous aurions eu en A un immense tourbillon avec une vitesse presque nulle au centre et un dépôt considérable des matériaux charriés; avec le glacier, nous avons eu l'énorme amas de glaciaire que chacun connaît, et où se trouvent même des couches stratifiées de limons et de sables; ces limons ont pu se déposer dans l'eau formant parfois, pour la même raison, une espèce de petit lac en ce point de contournement du glacier, lui permettant par suite cette stratification des couches limonneuses qu'il transportait.

La masse glaciaire de la butte si remarquable de Marin-Préfargier fut également un atterrissement glaciaire, déposé au moment où le retrait du glacier ne lui laissait plus une hauteur suffisante pour faire franchir ses moraines par dessus la colline tertiaire à Wavre. Le glacier, une fois arrivé à fleur de cette colline de Wavre, dut se bifurquer; mais sa masse, contournant la baie de Saint-Blaise, prit une direction B qui, avec celle de D (fig. 6), des parties centrales du glacier, dut arrêter plus ou moins les masses venant des moraines latérales; de là, un point mort dans le glacier, où la glace, non entraînée plus loin, devait fondre sur place en y laissant amassés les débris de moraines affluant par cette convergence des direc-

tions B, C et D. Cet amas est caractéristique par le mélange indescriptible de toutes les espèces de matériaux qui le constituent, car on y trouve pêle-mêle le granit du val Ferret et du Mont-Blanc, les grès de Vallorsine, l'euphotide de la vallée de Saas, des serpentines, des quartz et des calcaires métamorphiques de toutes variétés et de toutes grosseurs, depuis les blocs de plusieurs mètres cubes jusqu'aux grains les plus ténus, le tout mêlé aux limons, terres, sables et boues glaciaires.

Cet amas a été (les blocs restants le démontrent), aux $\frac{9}{10}$ enlevé et dénudé par l'action des eaux du lac, et ses matériaux ténus ont en partie servi à combler les marais du Seeland et aidé à produire ainsi la séparation définitive des trois lacs.

Ajoutons bien vite que la plus grande masse des matériaux de remplissage de cette surface séparatrice n'est cependant pas provenue de cette source, mais bien de l'érosion des masses tertiaires de la côte sud du lac. En effet, si nous traçons sur la carte l'étendue occupée par les eaux de l'ancien lac quaternaire du Jura, remplissant les cavités produites par les formidables érosions de cette période agitée, nous pouvons à coup sûr lui donner la configuration géographique représentée par la figure 8. Je dis, à coup sûr, car je pense qu'il est inutile de démontrer que les régions ou surfaces des marais de Payerne, de l'Orbe, du Seeland, du Landeron, de la plaine de Bienne à Soleure, sont remplies de matières limoneuses, sables et tourbes d'arrivage ou de formation postérieure aux glaciers; dans le cas contraire, ceux-ci les auraient recouvertes d'amas morainiques, ce qui n'est pas. Ces amas glaciaires sont en dessous de ces matériaux

de recouvrement ou de remplissage, mais jamais au dessus.

Dès lors, il est permis de supposer avec raison que les parties terreuses et sablonneuses de ces remplissages, identiques de nature avec les sables et limons qui bordent le blanc fond des lacs de Neuchâtel et de Bienne au sud, ne peuvent provenir que de cette mine. La zone *a, b, c, d, e* du lac de Neuchâtel a servi à combler le grand vide occupé par le marais du Seeland, et la zone *f, g, h* du lac de Bienne, comprenant la langue de Cerlier à l'Ile, a servi à combler celui plus en aval du côté de Soleure. L'érosion incessante qui a produit l'enlèvement de ces masses, se continue de nos jours, mais avec une intensité moindre, le blanc fond étant presque partout à sec aujourd'hui et les falaises qui le bordent au sud étant partout à l'abri de l'action des eaux; on remarque même que le transport des sables du blanc fond se fait actuellement plutôt par le vent que par l'action des eaux, et que certains jours de *föhn* ou de grande bise, c'est par des nuages sablonneux, dignes de ceux du Sahara, qu'a lieu ce transport à grandes distances; toutefois, ce système de transport diminue d'intensité en raison de la végétation qui se développe sur cet ancien blanc fond et cessera bientôt ses effets.

C'est ainsi que l'existence du grand lac quaternaire unique, démontré par les faits que je viens de citer, doit à l'époque glaciaire des amas comme celui de Marin qui, avec l'érosion du tertiaire, ont aidé au remplissage d'une partie de son étendue.

Ce remplissage du grand lac, opéré par les vagues, dues aux vents du nord dans son extrémité ouest et

par celles dues aux vents du sud dans ses parages est, est intéressant à étudier. Approfondissons la chose!

Les eaux des grands courants quaternaires durent avoir chez nous leur écoulement à l'ouest, parce que les ilots ou plutôt les témoins tertiaires qui nous sont restés de ces formidables courants d'eau, qui les ont dénudés, présentent tous leur fort escarpement à l'est et les légères déclivités à l'ouest, ce qui suppose une action affouillante du côté de l'escarpement et par suite un mouvement des eaux de l'est à l'ouest (fig. 9).

Il en est ainsi de Jolimont, du Vuilly, de l'île de Saint-Pierre et des Lapins et d'une foule d'autres mamelons. Les hauts niveaux atteints par les courants, qui ont déposé des masses de graviers et matériaux roulés à des hauteurs doubles et même triples de ces collines, ne durent point trouver un obstacle sérieux à leur écoulement du côté de l'ouest dans la chaîne des collines du Mormont, c'est-à-dire des collines de la Sarraz séparant aujourd'hui le bassin du lac Léman de celui du lac de Neuchâtel; mais une fois le calme rétabli, le niveau des eaux abaissé et arrivé à son état normal, enfin le lac quaternaire formé, reste aqueux de cette grande époque, la barrière du Mormont, séparatrice des deux bassins, divisa les eaux et celles-ci reprirent dans les lacs du Jura leur courant de l'ouest à l'est.

Après la période des glaciers, les actions érosives multiples commencent et l'Aar, qui se jette dans notre lac quaternaire près d'Aarberg, amène des galets, sables et limons en abondance; les matériaux lourds de ce transport se déposent en amas dans le lac et forment bientôt un atterrissement qui va en s'avancant rejoindre la côte de Hagneck en face; il

en résulte un barrage et les arrivages du lac côté amont sont retenus par ce barrage; enfin, les eaux de cette partie amont sont forcées de prendre leur unique écoulement par Thielle et le lac de Bienne. Les fouilles du canal de Hagneck ont démontré la chose en mettant à jour des masses de gravier.

A cette époque aussi, la Thièle se forme par l'étranglement du détroit existant entre Jolimont et Wavre et elle charrie les matériaux enlevés à la falaise glaciaire de Marin, tandis que les vagues transportent les matériaux, résultat de l'érosion de la côte sud du lac dans le Seeland contre le barrage des graviers de l'Aar; celle-ci enfin charrie et comble l'espace en aval du côté de Lyss, en recevant, pour lui aider, les matériaux d'érosion des rives sud du lac de Bienne.

C'est pendant cette période qu'apparaît l'homme lacustre chez nous et qu'interviennent les restes de palafittes pour le prouver.

En effet, à un kilomètre en amont de l'Abbaye de Saint-Jean, l'exploitation de la tourbe a mis au jour des objets et restes d'habitations sur pilotis de cette époque. Les travaux de correction de la Thièle ont mis à découvert un peu partout un grand nombre de piquets de ces habitations; à Thielle même, à six mètres de profondeur, la drague a ramené des objets lacustres et des fragments de pieux.

Dans la Broye, contournant le Vuilly, mêmes remarques et mêmes trouvailles, ainsi que dans les marais de Cudrefin, de Champion et de Hagneck.

En aval, les travaux exécutés dans la Thièle à Nidau et à Brugg ont aussi fourni suffisamment de preuves à l'appui de mon hypothèse.

A cette époque, l'épanouissement de la vie lacustre dut être à son apogée. Si l'on se figure cet immense lac découpé en lagunes, ce que démontrent les formations tourbeuses variables en épaisseur et en étendue, on peut aisément se figurer quelles conditions merveilleuses de production de poisson et de gibier un semblable lac devait présenter aux habitants lacustres de ses rives et îlots et en développer le nombre, en favorisant leur prospérité et leur aisance.

Toutefois, les remplissages continuent et sont activés par le glissement de la colline molassique de Brugg, qui obstrue la Thièle et dont les effets d'inondation furent, dit-on, attribués à Attila, la séparation des lacs s'accroît, la Thièle devient longue rivière, de simple détroit qu'elle était, et les eaux de la région de Morat, du grand lac, ne tardent pas à leur tour à être séparées des autres régions lacustres; la Broye se forme, d'abord droite en direction de l'ouest au nord-ouest, puis les accumulations du remplissage avançant en sens inverse, cette direction est ramenée de plus en plus du sud au nord, si bien qu'elle doit enfin se couder et chercher sa voie toujours plus à l'ouest (fig. 10).

Deux ponts romains avec des défenses de berges en pilotis, situés près de la Sauge, franchissaient à l'époque romaine cette Broye plus directe, et furent remplacés définitivement par le pont de Jorissant sur la Broye nouvelle, dont le cours n'a dès lors plus changé sensiblement. Les restes de ces ponts sont encore visibles.

Au moyen âge, nous trouvons encore quelques jalons. L'Abbaye de Saint-Jean a été fondée et construite en 1090 au bord du lac de Bienne; or, depuis

cette époque, le bord du lac s'est éloigné de l'Abbaye d'environ un kilomètre. A Hagneck, on a découvert un tunnel qui devait servir à l'assainissement des marais, suite des lagunes de l'ancien lac quaternaire; ce tunnel est devenu inutile par suite de la disparition des lagunes et de leur comblement par les tourbes; des documents certains ne disent pas si ce tunnel était d'origine romaine ou postérieure à cette époque. L'exploration que j'en ai faite avec le géologue Gressly, en 1857, lors de sa découverte, ne nous a donné aucun résultat à cet égard, car nous n'y avons pas trouvé d'objets ou de débris pouvant nous fournir des renseignements.

Résumant maintenant ce qui précède, je dirai :

1^o Que lors de l'époque qui a précédé celle de la formation du lac primitif du Jura, la surface occupée aujourd'hui par les trois lacs qui le remplacent ne présentait aucune dépression générale considérable et était occupée par les dépôts éocène et miocène, existant là comme ailleurs dans la plaine suisse.

2^o Pendant la fin de la période tertiaire, c'est-à-dire pendant la période du pliocène, terrain qui fait presque entièrement défaut entre les Alpes et le Jura, il y eut un surélévement de cette plaine, complément de celui des Alpes, et augmentation du plissement jurassique, faits qui ont précédé de peu l'époque quaternaire et aidé aux condensations et aux précipitations formidables de cette période.

3^o C'est sous l'action affouillante et dénudatrice des courants de cette époque quaternaire que les excavations du grand lac du Jura furent ravinées et formées.

4^o Ce fut encore pendant cette période que l'eau de ces grands courants diminua en raison de la chute

sur les Alpes des pluies sous forme de masses neigeuses et de la formation de névés immenses qui préparèrent l'avènement de la période glaciaire; c'est alors que le lac se forma et que ses eaux commencèrent leur action sur les falaises et formèrent ces débris d'urgonien remaniés et remis au jour à notre époque.

5° La surface du lac fut peu après recouverte, comme toute la plaine suisse, par les glaciers; le lac disparut et l'action affouillante des eaux prit momentanément fin pour recommencer après le retrait définitif des glaces alpestres.

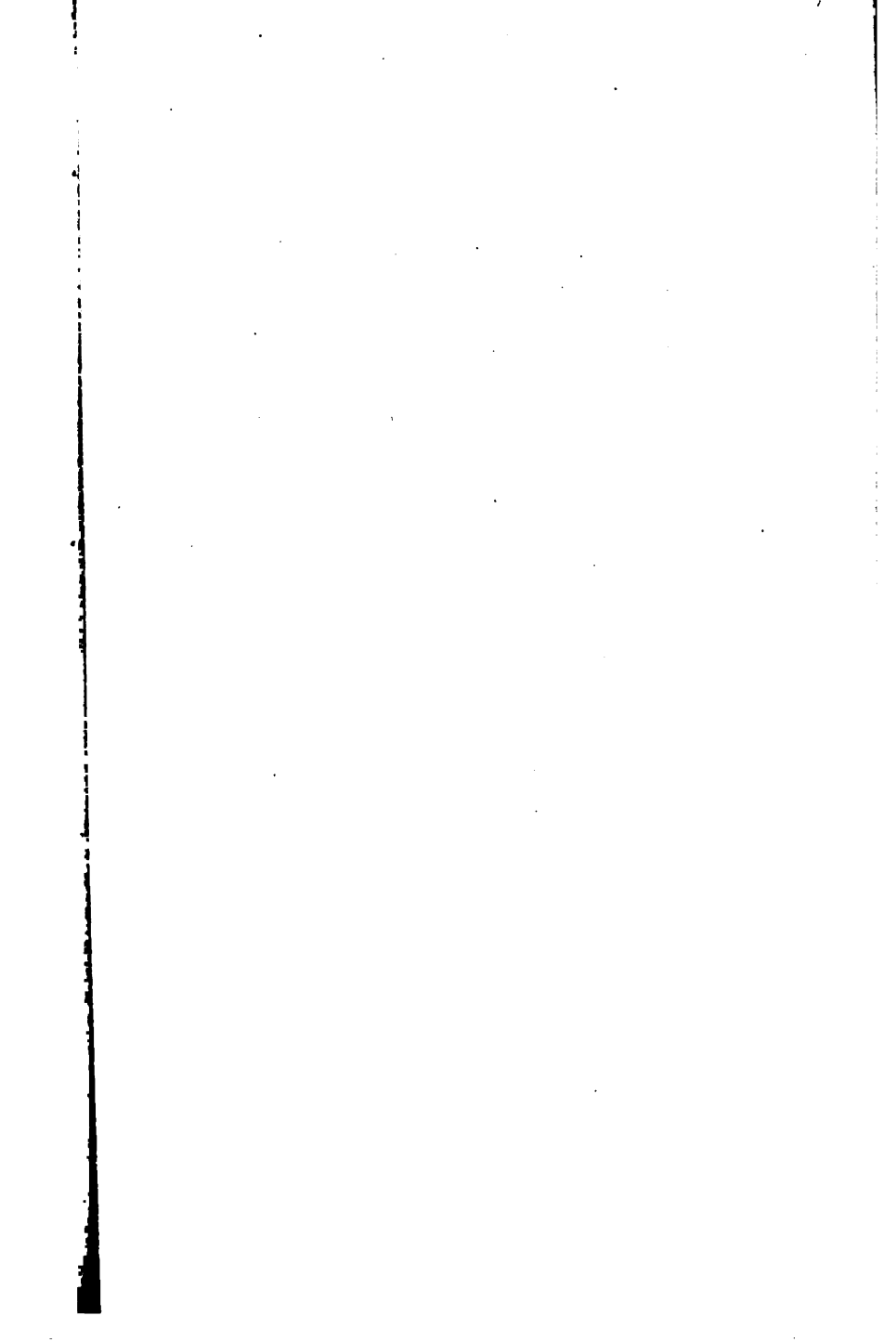
6° Les eaux reprirent enfin leur domaine et c'est dès cette époque que, par des atterrissements et le transport de matériaux dus à l'érosion des rives et des amas laissés par les glaciers, le grand lac fut enfin divisé en trois bassins, reliés par les deux rivières de la Thielle et de la Broye.

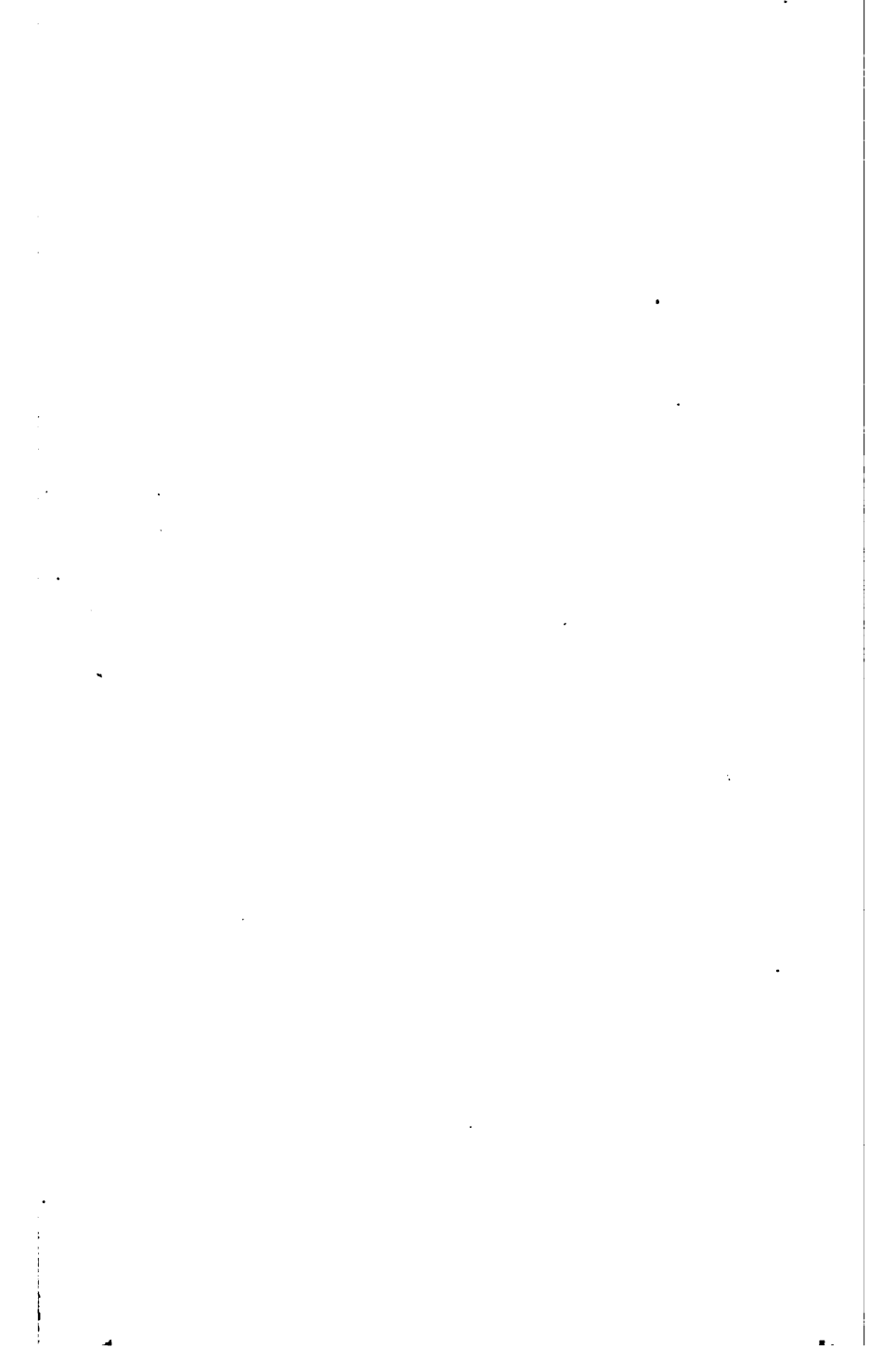
7° Enfin les cailloux, pierres et sables recouverts par les limons sédimentaires de cette dernière période, affouillés et jetés à la côte aujourd'hui, donnent, par cet affouillement, la preuve que le niveau des eaux en temps d'étiage, réalisé par l'entreprise de la correction, est le plus bas que le lac ait jamais atteint.

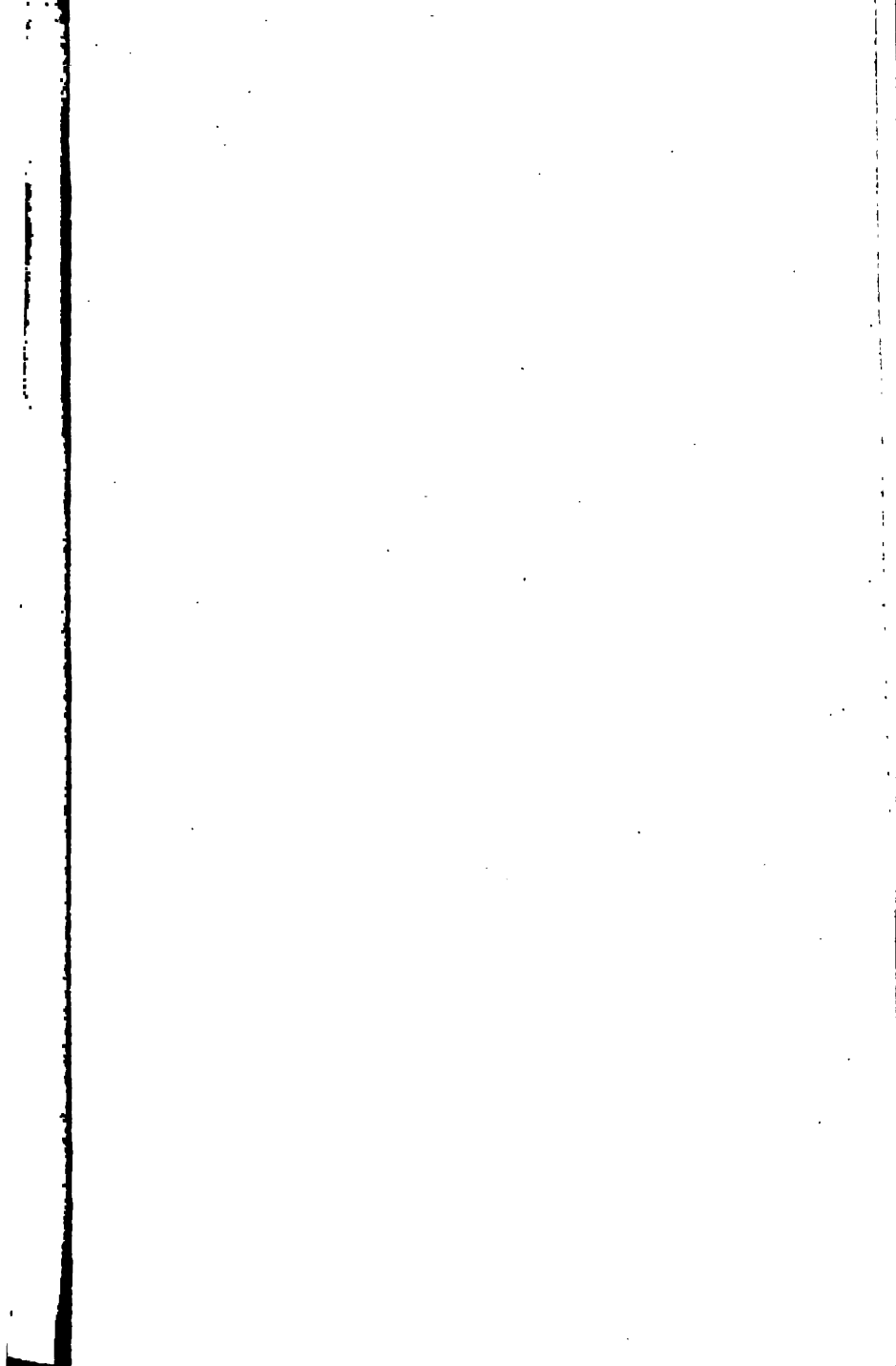
8° Finalement, il résulte de toutes les circonstances et faits qui ont présidé à la formation des trois lacs jumeaux du Jura, que ceux-ci sont non seulement des lacs orographiques, mais surtout des lacs d'érosion et même quelque peu des lacs de barrage.

Telles sont les conclusions que je crois possible de tirer des faits observés et de leur analyse.

J'ai pensé, en les classant et en décrivant la suite rationnelle de leurs effets, auxquels nous devons nos







1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

lacs du Jura, que ce serait un travail ou un canevas de base, utile à ceux qui voudraient s'occuper de cette étude et la poursuivre plus sagement et plus complètement.

Il était bon surtout que les actions nouvelles et passagères d'érosion, dues à l'entreprise de la correction des eaux du Jura, fussent notées quelque part avant leur disparition.

Ce sont là les motifs qui m'ont engagé à faire cette communication, dont on voudra bien me pardonner les lacunes et les imperfections.



ÉTUDES GÉOLOGIQUES

SUR

L'ASPHALTE ET LE BITUME

au Val-de-Travers,
dans le Jura et la Haute-Savoie

PAR M. A. JACCARD,

Professeur à l'Académie de Neuchâtel.

INTRODUCTION

Appelé il y a 30 ans, à collaborer aux recherches et études pour la carte géologique de la Suisse, je recevais au début de l'entreprise des *instructions* sur la manière de procéder à l'exécution du travail, prévoyant un chapitre ou section spéciale, consacrée aux matières minérales, matériaux de construction, etc.

J'eus soin de me conformer à ces directions, et comme précisément à cette époque les mines d'asphalte du Val-de-Travers venaient d'être l'objet d'études et de recherches importantes, je leur consacrai un paragraphe spécial résumant à grands traits l'histoire de ces mines et les théories alors en discussion sur l'origine de l'asphalte, des bitumes et du pétrole. On s'était jusqu'alors borné à reproduire les théories anciennes, à discuter sur leur valeur, sans songer à recueillir des faits et des preuves à l'appui de l'une ou de l'autre.

\

Il m'a paru que, dans ces circonstances, il était de mon devoir de réunir, en les condensant, les connaissances acquises, tant par l'exploitation de l'asphalte au Val-de-Travers que par les explorations que j'ai pu faire dans le Jura et ailleurs.

Ces *Etudes sur l'origine et le mode de formation de l'asphalte au Val-de-Travers* comprendront trois parties savoir :

1^o Mode de formation de l'asphalte et des bitumes en général;

2^o Etude de l'asphalte au Val-de-Travers et dans le Jura ;

3^o Histoire géologique de l'asphalte ;

4^o Eventuellement, coup d'œil sur les principaux travaux relatifs aux bitumes et au pétrole.

La publication de cette quatrième partie du travail sera probablement ajournée pour un temps plus ou moins long.

PREMIÈRE PARTIE

Mode de formation de l'asphalte, du pétrole et des bitumes en général.

§ 1. — Je me propose d'établir dans ce travail que l'asphalte, le bitume, le pétrole et la plupart des carbures d'hydrogène *ont une origine organique, animale ou végétale.*

Il est maintenant reconnu que ce ne sont pas seulement les parties solides des animaux, os, dents, coquilles ou téguments quelconques qui ont pu se conserver

dans les couches sédimentaires. Les substances organiques, les chairs, les muscles des animaux, les végétaux vasculaires, ont pu se fossiliser ou se conserver par conversion chimique. Cette conversion ou transformation s'opère encore sous nos yeux; elle s'exerce sur les organismes eux-mêmes, ou bien aussi des éléments extérieurs minéraux viennent se combiner avec ceux existant déjà.

Il y a plus : les produits de la conversion étant, pour l'ordinaire, liquides ou visqueux, sont par là même instables; ils se réunissent ou se dissocient dans des conditions assez semblables à celle de l'eau souterraine, à laquelle ils se trouvent d'ailleurs fort souvent associés. Aussi, les voit-on le plus souvent remplir les vides, les interstices des rochers, les fissures, les poches, les cavernes, etc. C'est ce qui avait contribué à leur faire attribuer une origine filonienne ou éruptive.

Cette théorie ayant joui d'une faveur générale et presque universelle, il me paraît nécessaire de nous y arrêter quelques instants, en me limitant toutefois, pour le moment, aux gisements bitumineux ou asphaltiques du Jura.

L'absence de roches volcaniques quelconques dans le Jura ou dans son voisinage exclut d'emblée toute intervention *directe* des phénomènes ignés ou éruptifs. Il n'en est pas de même des phénomènes relatifs aux soulèvements et aux dislocations qui ont donné à nos chaînons jurassiques leur relief actuel. Ces chaînons sont formés de roches calcaires disposées en forme de voûte, tantôt affectées par des accidents transversaux, comme la cluse du Seyon entre Valangin et Neuchâtel, tantôt rompues dans le sens longitudinal et for-

mant deux arêtes ou crêts plus ou moins égaux, séparés par des *combes* (Chasseron, Creux-du-Vent, Clusette). Sans aborder ici l'étude des causes initiales des phénomènes qui ont donné naissance à ces accidents, il me suffira de faire observer que, dans le cas d'une origine ignée, c'est au milieu même de ces dépressions ou déchirures des roches solides que l'on verrait apparaître les substances minérales issues des profondeurs du globe. Nous aurions, en outre, à un degré quelconque, des traces de métamorphisme sur les roches ou les terrains secondaires et tertiaires qui constituent cette partie du Jura.

Or, rien de semblable ne se manifeste dans nos régions, non plus que dans l'une quelconque de nos chaînes jurassiques. Nous verrons plus tard que, bien au contraire, c'est au milieu des bassins formés de *couches synclinales* qu'apparaissent, régulièrement stratifiés, les dépôts bitumineux qui font l'objet de cette étude.

Ce que nous venons de dire de la disposition stratifiée de nos gisements asphaltiques exclut pareillement l'origine filonienne dans le sens d'*émanations souterraines*. Que si, par aventure, on nous oppose les conditions d'existence du pétrole et des bitumes, plus ou moins fluides, des régions transcaucasiques, des Carpathes, etc., nous osons affirmer que, dans ce cas encore, l'intervention des forces souterraines, de la chaleur centrale, n'a que faire. Il a suffi de simples fissures de retrait des couches, de dérangements et de dénivellations, ou de failles, pour provoquer des vides au sein desquels se sont accumulées des substances fluides à une température peu élevée, comme la plupart des bitumes et du pétrole. L'intervention

d'une chaleur, même peu élevée, aurait eu d'ailleurs pour effet de volatiliser celles-ci.

§ 2. — L'origine première des bitumes étant subordonnée à la formation des couches sédimentaires, il s'ensuit qu'ils peuvent exister dans des couches de tout âge. Ils apparaissent dans les couches paléozoïques anté-carbonifères, sous forme essentiellement liquide et gazeuse, constituant les réservoirs en apparence inépuisables de la Pensylvanie. Nous les retrouvons dans les couches secondaires jurassiques et crétacées où ils sont plus souvent bitumineux, visqueux ou asphaltiques. Enfin, leur développement géographique maximum semble caractériser les couches tertiaires de diverses régions, tant en Europe qu'en Asie, en Afrique et en Amérique.

Le bitume et le pétrole sont donc *fossiles*, au même titre que les os et les coquilles des animaux, la houille, les troncs, les feuilles des végétaux. D'une manière générale, on peut envisager le pétrole comme dérivant de végétaux aquatiques marins ou nymphéens, tandis que les bitumes visqueux ou solides, l'asphalte, etc., proviennent des substances charnues des animaux.

§ 3. — La théorie de l'origine organique du pétrole et de l'asphalte, que nous énonçons ici, n'est pas nouvelle. Elle a été émise, soutenue et appuyée de preuves affirmatives incontestables par nombre de naturalistes, physiciens, chimistes, auxquels nous emprunterons, dans la suite de ce travail, des citations plus ou moins étendues.

De même que les dépôts de combustibles solides, lignite, houille, n'existent pas dans toute l'étendue

des dépôts d'un bassin, de même aussi la transformation chimique des animaux et des plantes et la formation de l'asphalte a pu être limitée à certaines surfaces isolées les unes des autres, que nous appellerons *gîtes bitumineux* ou *asphaltiques*. La pénétration des roches par les substances bitumineuses est, en effet, comparable à la tache d'encre ou à la goutte d'huile qui imprègne partiellement une feuille de papier. Les couches d'asphalte se sont déposées dans des conditions tout à fait semblables à celles des roches non asphaltiques; mais, sous l'influence de causes particulières, les substances organiques ont imprégné les sédiments minéraux.

Partant de ces données et admettant que l'asphalte du Val-de-Travers s'est formé dans un bassin marin ou golfe de la mer crétacée, nous exposerons maintenant les conditions géographico-géologiques actuelles de cette région du Jura.

DEUXIÈME PARTIE

Etude des terrains asphaltiques du Val-de-Travers, du Jura et de la Savoie.

Première Section.

Historique de l'asphalte au Val-de-Travers.

§ 4. — L'asphalte ou *terre de poix* est connu depuis fort longtemps dans le Val-de-Travers, et l'on ne peut douter que, bien avant l'arrivée du Grec

d'Eyrinys en 1711 dans nos contrées, cette substance ne jouit d'une certaine renommée, sinon comme pouvant fournir un mastic imperméable, toutefois comme plus ou moins combustible.

A tort ou à raison, Eyrinys, dans une brochure publiée en 1721, s'attribua la découverte du gisement de Travers sur la rive gauche de la Reuse ; mais avant lui, la première mine aurait été découverte « dans un jardin du village de Buttes par un aventurier allemand nommé *Jost* qui, après en avoir obtenu la permission du Gouvernement, se mit à exploiter la mine, de concert avec J.-F. Guillaume, des Verrières, qu'il s'était associé. Ces deux entrepreneurs construisirent un fourneau et des pots, tirèrent de l'huile d'asphalte et firent du ciment¹. »

Revenons à Eyrinys. « Il découvrit dans la Seigneurie du Val-de-Travers des mines d'asphalte très abondantes et même en quelque sorte inépuisables, principalement dans les environs du Bois-de-Croix. Il sollicita d'abord et obtint la permission d'y travailler en qualité de premier fondateur, avec un accensement de la part du prince (le roi de Prusse). Il composa des lois des mines qui furent imprimées à Besançon. Il partagea en 400 portions celles qui lui avaient été accensées, en vendit à divers particuliers, et forma ainsi une société d'entrepreneurs dont il fut le chef ; les Guillaume, qui avaient travaillé aux mines de Buttes, étaient de ce nombre. On construisit une baraque et des fourneaux. On tira de ce minéral une grande quantité d'huile et de ciment ; l'un des associés fut envoyé à Paris pour procurer un débit sûr ;

¹ *De l'asphalte et de la mine du Val-de-Travers, etc.*, par C.-P. de Bosset, Neuchâtel, mai 1838. Brochure de 28 pages.

le travail se soutint pendant environ vingt ans. Mais alors l'appât du gain donna lieu à plusieurs vols ; on fabriquait du ciment clandestinement. Les propriétaires se dégoûtèrent de l'entreprise ; on congédia les ouvriers, la baraque tomba en ruines, d'Eyrinys mourut. Dès lors, on s'est borné à tirer l'asphalte de la mine et à le vendre en nature. »

Cet « associé » qui fut envoyé à Paris, n'était autre que le sieur de la Sablonnière, lequel obtint « de faire entrer dans le royaume de France toutes les marchandises de cette mine, sans payer aucun droit. »

Les principales applications qu'on en fit furent diverses réparations des bassins de Versailles, de marbres et de bronzes, ainsi que le masticage et le carénage du *Mars* et de la *Renommée*, vaisseaux de la Compagnie des Indes « qui revinrent à Lorient bien moins piqués de vers que les autres vaisseaux qui avaient eu la carène ordinaire. »

Ce n'est, au reste, pas seulement en France que les applications de l'asphalte avaient du succès. A la date du 17 août, 1716, le sieur Paul Henry, chirurgien de Cortaillod, déclare « qu'il s'est servi à diverses fois du ciment fabriqué avec la mine d'asphalte de M. d'Eyrinys de Russienne, docteur en médecine et professeur de grec, lequel a cimenté le bassin de la fontaine de Boudry, etc., item le bassin de la fontaine d'Arberg, item le bassin du village de Cernier et celui de Môtiers, qui sont aussi de pierre de roche, etc., etc., la plateforme et grenier de M. Jeanneret, lieutenant baillival de Grandson, dans tous lesquels bassins et plateformes il n'a employé que du ciment fait par le dit sieur d'Eyrinys et appliqué dans les années 1714, 1715 et 1716, etc., etc. »

Une seconde attestation des autorités de la ville de Delémont établit non moins victorieusement l'efficacité, la bonté et la force du ciment d'asphalte de M. d'Eyrinys pour le cimentage et rejointage de blocs de pierre, etc.

D'Eyrinys dirigea l'exploitation de la mine dès 1712 jusqu'en 1736 où elle passa en d'autres mains. Plusieurs particuliers du pays en devinrent alors successivement concessionnaires et fabriquèrent un ciment qui, pendant plusieurs années, fut très recherché. Ils tirèrent aussi de l'asphalte un esprit (?) et une huile rectifiée qui, pendant bien des années, eurent une grande vogue comme médicaments pour les hommes et pour les bestiaux ; mais cette vogue tomba peu à peu et au commencement de ce siècle l'asphalte, soit en ciment, soit comme médicament, était peu employé. Plus tard, la mine devint insignifiante, et les derniers concessionnaires finirent même par en trouver l'exploitation onéreuse, malgré la modicité de la redevance annuelle (4 louis), qu'ils avaient à payer au Gouvernement.

§ 5. — Jusqu'en 1812, c'est-à-dire pendant un siècle, on se borna à exploiter le gisement primitif, situé sur la rive gauche, lieu dit Combe de Vaubaïon, près du Bois-de-Croix, à un quart de lieue à l'ouest de Travers.

L'exploitation se faisait à ciel ouvert, et, autant qu'il est possible d'en juger par l'excavation, on n'a pu en retirer qu'une quantité peu considérable. De plus, le minerai ou la roche devait subir un triage destiné à éliminer les parties trop peu bitumineuses, dont on voit encore de puissants dépôts aux abords de la carrière, ainsi que des résidus de la distillation.

En fait, on peut constater que, jusqu'en 1812, il n'était guère fait usage de l'asphalte que comme mastic ou ciment, ainsi que pour la préparation de l'huile, par distillation de la roche.

D'Eyrinys propose bien dans la « Dissertation » ou *réclame* de 1721, l'emploi que l'on en pourrait faire pour bassins, réservoirs, citernes et terrasses même, sans employer de pierre de taille. Il donne la description des *Mathamores* ou greniers de terre; en qualité de médecin, il recommande l'huile d'asphalte pour détruire « les punaises et leurs grâines » pour désinfecter les hôpitaux et les appartements, pour panser les plaies, pour purifier la masse du sang, pour guérir la gale aux hommes, pour guérir les moutons de maladies épizootiques, etc.

D'après Hessel et Kopp, ce serait en 1812 que l'on aurait commencé l'exploitation d'une manière régulière et suivie et fait des sondages pour trouver de nouveaux gisements. Je serais porté à croire qu'il y a ici une erreur, car nous verrons plus loin que, en 1838, il n'était pas encore question d'exploitation sur la rive droite. Ce qui est possible, en revanche, c'est que la concession et la mise en exploitation de l'asphalte à Seyssel n'aient pas été sans influence sur le regain de popularité qui s'attache dès cette époque aux mines d'asphalte du Val-de-Travers, rivales de celles de la vallée du Rhône à Pyrimont-Seyssel.

§ 6. — Ce ne fut toutefois qu'en 1837 qu'une ère nouvelle commença pour la mine de la Presta, par l'arrivée de M. Brémond de St-Paul au Val-de-Travers. Après s'être convaincu de l'importance de la mine, il s'entendit avec les concessionnaires, en ra-

chetant la fin de leur bail, qui avait encore 4 ans à courir, puis sollicita et obtint du gouvernement une nouvelle concession, avec privilège exclusif d'extraire l'asphalte dans tout le Val-de-Travers, moyennant une redevance annuelle de 500 francs de France.

L'année suivante, 1838, parut la notice de M. de Bosset qui, après avoir reproduit divers articles de journaux français sur les mines de Pyrimont-Seyssel, dont la consommation naguère très restreinte atteignait alors 1 500 000 kilogrammes, attira l'attention sur l'importance du gisement du Val-de-Travers.

« Maintenant, dit M. de Bosset (mai 1838), M. Brémont fabrique un ciment parfaitement semblable à celui de Seyssel, et extrait déjà, dit-on, pas moins de 600 mille kilogrammes d'asphalte qu'il exporte en majeure partie tel qu'il sort de la mine, pour en confectionner le ciment sur les lieux mêmes où il y a des travaux à exécuter, etc.

« La mine est moins par couches que par blocs (?) dont la grandeur est très variable, et qui s'exploitent à ciel ouvert. Jusqu'ici on n'y a point trouvé, comme à Seyssel, de grès bitumineux, mais elle présente un calcaire ou roche asphaltique plus riche en bitume. Elle n'a encore été exploitée que dans le domaine appelé Combe de Vaubaion, situé près de celui dit Bois-de-Croix, à un quart de lieue à l'ouest de Travers. »

On retrouve la couche d'asphalte de l'autre côté du vallon, c'est-à-dire au midi de la rivière d'Areuse, dans un espace d'environ un tiers de lieue, entre le domaine de Mosset et celui de la Préséta ¹, commune

¹ La *Préséta*, Petite Prise, d'où l'on a fait par dérivé *Presta*.

de Couvet ; elle est à nu ou perce le sol sur divers points.

Jusqu'à présent on n'a aucune donnée certaine sur l'étendue de la couche ; cependant, comme elle repa-rait à l'extrémité sud-ouest du Val-de-Travers, au vil-lage de Buttes, qui est à plus de deux lieues de la Combe de Vaubaïon, il y a lieu de croire qu'elle s'étend sous une grande partie du vallon. Il y a aussi de l'asphalte au pied du revers méridional de la mon-tagne située entre le Val-de-Travers et le lac de Neu-châtel, près du village de St-Aubin. D'Eyrins en avait déjà connaissance ; il en avait même obtenu la con-cession, mais jusqu'à présent il n'a pas été exploité.

§ 7. — J'ai cru devoir reproduire dans les lignes qui précèdent les propres expressions de l'auteur de la notice sur l'asphalte du Val-de-Travers. On y voit que déjà alors une sorte de légende avait cours sur l'exten-sion du banc d'asphalte, tant dans le vallon que dans la montagne qui sépare celui-ci du lac de Neuchâtel. On peut du reste se demander où l'auteur avait recueilli ces premières données ; or ce ne peut être que dans les divers mémoires manuscrits du géologue allemand Léopold de Buch, envoyé par Sa Majesté le Roi de Prusse dans sa Principauté de Neuchâtel pour y étu-dier les terrains au point de vue de l'existence de la houille ou *charbon de pierre*, de l'asphalte et autres combustibles. Son *Catalogue des roches, etc.*, rédigé dans les années 1801 à 1803, et diverses notices sur le *gypse de Boudry*, le *charbon de pierre du Locle*, l'*asphalte du Val-de-Travers, etc.*, restés manuscrits pendant plus d'un demi-siècle, ont été publiés après sa mort. Nous ne pouvons nous dispenser de dire quel-ques mots et même de reproduire quelques lignes de

ces notices intéressantes. Au sujet du Val-de-Travers il dit :

« L'asphalte se trouve dans ces collines (qui sont adossées contre les rochers et inclinent vers le fond de la vallée), ce n'est en effet qu'une pierre jaune, imprégnée de bitume, ainsi qu'on le voit lorsque les morceaux ont été décomposés par l'atmosphère; la partie bitumineuse a été emportée, et les coquillages brisés sont restés saillants et très reconnaissables à la surface. »

Puis, n° 110 du *Catalogue des roches* :

« Asphalte d'un noir foncé. Cassure raboteuse à petits grains. Mat à l'ombre, avec une infinité de lames brillantes au soleil. Mélange de bitume et de pierre calcaire grenue. La pierre est tendre là où il y a beaucoup de bitume; elle l'est moins là où la couleur est moins foncée. »

Suit une dissertation dans laquelle l'auteur établit que c'est improprement que l'on a donné le nom d'asphalte à la roche du Val-de-Travers, dont les caractères diffèrent absolument du véritable asphalte ou bitume de Judée. « L'asphalte du Val-de-Travers, dit-il, n'est pas une substance simple: c'est un mélange de *pierre calcaire coquillière et de bitume*. Qu'on expose des pièces à une forte chaleur, il brûlera avec une légère flamme bleue, peu vive, qui bientôt diminuera et s'éteindra sans que la pièce ait paru diminuer sensiblement de volume », etc.

.... « C'est donc une couche qui ne diffère point des couches grenues dont les collines au bas des côtes du Val-de-Travers sont formées. Et le bitume ne sera

nullement un indice de charbon de terre, comme on aime si souvent à le croire. Cette partie de la formation du Jura est trop connue et on sait trop bien qu'aucune formation de charbon de terre n'y trouverait sa place. D'ailleurs il n'y a dans le voisinage de ce bitume point d'empreinte ou de pétrification de végétaux, point de feuilles, point de roseaux, et il est plus que probable que ces masses tirent leur origine plutôt du règne animal que d'arbres et de plantes. La quantité de coquillages des environs le ferait présumer, quand même on ne ferait pas attention à la nature du bitume et à l'alcali volatil qu'ils peuvent contenir.

Un phénomène analogue se retrouve à Melilo, dans les environs de Syracuse (d'après le récit de Dolomieu). Le bitume y pénètre l'épaisseur de plusieurs couches sans qu'elles en soient imprégnées dans leur prolongation. Au contraire, il s'y perd à peu de distance et insensiblement, comme une goutte d'huile sur du papier. C'est donc un mélange qui s'est fait après la formation des couches calcaires. On en bâtit des maisons comme à l'ancienne Babylone.

L'asphalte du Bois-de-Croix est élevé de 260 pieds à peu près au-dessus de la vallée. La couche est bornée du côté du N.-E. par une combe large et profonde; de côté, elle perd sa nature bitumineuse à quelques centaines de pas de distance. Sa hauteur (puissance) n'est pas connue; elle ne doit pas surpasser 30 ou 40 pieds. On les retrouve de l'autre côté de la Reuse, à la Prise Meuron, dans les mêmes circonstances, mais à une moindre hauteur. Elle y est un peu moins riche en bitume, et la quantité de bitume mêlée avec la pierre est en général très variable. On prétend encore en avoir exploité au-dessus de Buttes, vers la Prise Maurice.

Le bitume est assez fréquent dans les couches récentes du Jura, mais rarement s'y trouve-t-il en masses assez considérables pour frapper les yeux des passants. Les couches grenues de la Combe Monterban près du Locle en contiennent souvent, et les pierres jaunes des bords du lac en manifestent quelquefois des indices quand on les expose au feu ou qu'on les dissout dans les acides, etc. »

Comme on le voit, l'illustre géologue, au début de sa carrière scientifique, avait parfaitement reconnu les conditions d'existence de l'asphalte du Val-de-Travers, son origine organique, animale et non végétale.

§ 8. — M. le professeur Ladame, chargé par le gouvernement de procéder aux recherches sur l'asphalte, présentait le 27 avril 1848 à la Société des sciences naturelles un rapport dans lequel il expose les procédés de fabrication du mastic d'asphalte en pains. « L'exploitation, qu'on faisait jadis sur la rive gauche de la Reuse se poursuit actuellement sur la rive droite. On y trouve deux bancs d'asphalte, séparés par une couche non asphaltée. » Ainsi s'exprime le chimiste, mais il y a tout lieu de croire que l'une des deux couches est le grès aptien, qui n'a jamais été exploité, et que nous verrons de nouveau signalé dans les études subséquentes.

Quant à l'origine de l'asphalte, le chimiste n'est pas d'accord avec le géologue, ainsi qu'on en peut juger par les quelques lignes qui terminent le rapport.

« M. Ladame croit que l'asphalte est formé par la volatilisation de substances végétales placées au-dessus des bancs où existe ce minéral. L'ammoniaque et les sulfates contenus dans l'asphalte ne suffisent

point pour faire admettre que les matières animales ont pris part à la formation de cette substance ; il faudrait, pour en être sûr, y avoir découvert des principes phosphorés. »

§ 9. — Le travail de MM. Hessel et Kopp, présenté à la section de physique et de chimie de la Société helvétique des sciences naturelles à la Chaux-de-Fonds, en 1855, fut publié en notice dans les Actes de la Société. Il débute par un exposé des conditions du gisement, dans lequel nous lisons :

« Les nouvelles mines sont sur la rive droite de la Reuse ; deux galeries ont déjà été épuisées. On exploite actuellement un calcaire compacte à grain fin, à cassure facile et régulière, entremêlé çà et là d'un peu de sulfate de fer et d'un peu de sulfate de chaux. Cette roche constitue le terrain urgonien, sur lequel sont bâtis les édifices de l'exploitation. Elle est complètement imprégnée d'asphalte, ainsi qu'une partie d'un terrain très friable qui se trouve superposé à l'urgonien, le terrain aptien. Sous l'urgonien se trouve le néocomien, sous lui le valangien, le wealdien et le portlandien, accompagnés de leurs marnes respectives », etc.

Une coupe théorique du Val-de-Travers accompagne ce travail. Malheureusement, elle n'a absolument aucune valeur au point de vue géologique ; bien plus, elle ne pouvait qu'induire en erreur quiconque eût voulu la prendre pour base de recherches sur l'extension de la roche asphaltique. Il est aisé du reste de voir que les auteurs n'entendaient rien à la géologie, car les données qu'ils présentent ne sont, en réalité, que le résumé fautif des recherches de Gressly qui,

peu auparavant, avait étudié les mines d'asphalte. Nous lisons en effet ces mots : « M. Gressly a fait un travail étendu sur ces terrains, mais ses études n'ont pas pu nous être communiquées ». Le fait est que Gressly avait égaré son carnet de notes, qui n'a jamais été retrouvé. Pendant les années qui suivirent, on put voir une collection des fossiles recueillis et déterminés par lui, exposés devant l'une des fenêtres du bureau de la direction. Ajoutons encore que la nomenclature des *terrains* ou *étages* est basée sur les dénominations nouvelles proposées par A. d'Orbigny et par le professeur Desor, revenu depuis peu des États-Unis.

§ 10. — Dans la seconde partie de leur travail, les auteurs abordent la question de l'origine de l'asphalte. Ils citent d'abord l'opinion de M. Abich qui, après avoir étudié les dépôts de naphthe et de pétrole du revers méridional du Caucase, estime « que le bitume serait sorti liquide du sein de la terre par une cheminée pour s'épancher dans les terrains où on les rencontre » soit, pour ce qui concerne le Val-de-Travers, dans le terrain urgonien et aptien. Cette hypothèse a contre elle le fait qu'on n'a pas encore trouvé de cheminée, de point vers lequel convergent les infiltrations. On ne constate pas non plus que la richesse de la roche augmente de bas en haut, ni de haut en bas.

La deuxième hypothèse donne à l'asphalte une origine analogue à celle de la houille. Les auteurs pensent que celle-ci se défendrait mieux, parce que, disent-ils « partout, dans quelque contrée que ce soit, dans le canton de Vaud, dans notre canton, à Travers, à Saint-Aubin, là où l'urgonien paraît, il est imprégné d'as-

phalte; il en est de même de l'aptien ». Rien de plus inexact, disons-le, car l'urgonien non asphaltifère présente une extension et une puissance cent fois supérieures à celui qui est imprégné de bitume. Et lorsque celui-ci apparaît, ce n'est que dans une épaisseur qui ne dépasse pas 8 mètres et sur un espace limité à quelques centaines de mètres. D'ailleurs, nos auteurs oublient ici de signaler la présence du bitume dans la molasse de Seyssel, dans celle de Dardagny près de Genève, de Chavornay, d'Orbe, de Mathod, au canton de Vaud.

§ 11. — Une troisième section du mémoire Hessel et Kopp est consacrée à l'exploitation : nous y rencontrons quelques données intéressantes.

Nous trouvons d'abord un tableau de la quantité d'asphalte exploitée chaque année, de 1840 à 1854. Celle-ci est très variable; le maximum, en 1840, est de 7 millions de livres, le minimum, en 1848, 49, 50, 51, d'un peu plus de 1 million de livres, soit en moyenne de 3 millions et demi de livres de France.

Jusqu'en 1850, on a fait les expéditions en roche brute pour être exploitée ou appliquée ailleurs. A partir de 1850, on commence à convertir en mastic à la fabrique ou à réduire en poudre une quantité de plus en plus considérable. C'est l'époque où l'on commence à appliquer la poudre d'asphalte au macadamisage des routes, procédé qui allait fournir un débouché des plus importants pour les mines du Val-de-Travers, grâce à la proportion de bitume, supérieure de 3 à 4 pour cent du gisement, comparé à celui de Pymont-Seyssel. La préparation du mastic en pains s'opérait sur la base d'un mélange de goudron retiré de la roche par distillation et extraction des huiles volatiles et du

gaz d'éclairage, que l'on a fabriqué pendant quelques années. La quantité de goudron obtenue étant insuffisante, on y suppléait par l'emploi de goudron de provenance diverse. (Plus tard on eut recours au bitume de la Trinité).

Ce gaz d'éclairage, recueilli dans un gazomètre, était employé à éclairer les ateliers et bâtiments de l'exploitation. Des analyses et essais, il paraît résulter que ce gaz d'asphalte pouvait rivaliser avec les meilleurs gaz d'huile et de houille. L'huile elle-même se décompose en plusieurs produits, suivant que la température est plus ou moins élevée.

§ 12. — Nous avons vu que l'asphalte commençait à être exploité en galerie, après l'avoir été pendant longtemps à ciel ouvert, en procédant par découverte du terrain aptien superposé. Le mémoire indique quelques sondages pratiqués dans une direction perpendiculaire au cours de la Reuse. Il est à regretter que nous ne soyons pas mieux fixés sur les emplacements de ces sondages, mais néanmoins les chiffres indiquent une épaisseur assez variable du banc d'asphalte qui, à 200 mètres au sud de la rivière, affleure au sol avec une épaisseur de 6 mètres, tandis qu'à 55 mètres plus au sud il est réduit à 3 mètres, recouverts par 8 mètres d'aptien. A 135 mètres au sud de l'affleurement, le banc, à 13 mètres de profondeur, n'a plus que 2 mètres d'épaisseur.

Une seconde ligne de sondages, à 265 mètres à l'est, rencontre également le banc affleurant au sol avec 8 mètres d'épaisseur ; deux autres sondages au sud, l'un de 7 mètres, l'autre de 28 mètres n'ont rencontré aucune trace d'asphalte.

§ 13. — Nous avons vu que, grâce aux applications nouvelles de l'asphalte, l'exploitation s'était accrue d'année en année, surtout depuis 1855. La compagnie concessionnaire, au bénéfice d'un tarif réduit de fr. 1,25 la tonne, ne pouvait voir arriver l'échéance de la concession sans prendre ses mesures pour exploiter la plus grande quantité possible de cette substance minérale. Renonçant à l'exploitation à ciel ouvert, devenue trop coûteuse, les ingénieurs multiplièrent les galeries, très irrégulières d'ailleurs dans leurs directions et dans leurs dimensions, à travers le banc d'asphalte qui plongeait fortement au sud, c'est-à-dire en sens opposé au thalweg de la vallée. On vit dès lors s'accumuler, aux abords de la mine, aussi bien qu'à Travers, de puissants dépôts de la roche extraite, en même temps que se répandait le bruit de l'épuisement prochain du gisement. En se basant sur les faits observés dans la vallée du Rhône, on considérait l'asphalte comme formant des amas lenticulaires, limités en étendue et en profondeur, et non point comme constituant une couche régulière et constante. Nous verrons plus loin que cette appréciation n'était pas aussi inexacte qu'on l'avait d'abord envisagé.

Quoi qu'il en soit, en présence des éventualités de cette échéance de la concession, l'Etat ne pouvait rester inactif et il comprit l'utilité, disons mieux, la nécessité de faire appel à la science de l'ingénieur, comme à la géologie, pour les recherches sur l'extension possible de la couche asphaltique ou de gisements encore ignorés. Dans la séance du 23 mai 1867, le professeur Desor entretenait la Société des sciences naturelles des études spéciales que l'Etat avait fait

entreprendre en vue du renouvellement de la concession.

Il rappelle en commençant que, au Val-de-Travers, comme à Saint-Aubin et à Seyssel, les mines d'asphalte sont dans le calcaire à caprotines, qui forme, chez nous, la partie supérieure de l'urgonien. La couche exploitée, appelée *bon banc*, est l'équivalent du banc désigné sous le nom de *Pierre franche*, qui se taille et se scie avec la plus grande facilité. Enfin, au-dessus de ce banc, et séparé de lui par diverses couches de marnes aptiennes, il existe aussi de l'asphalte dans les grès aptiens qui couronnent le talus du crêt urgonien de la Presta.

En dehors de ces deux niveaux géologiques, l'asphalte n'existe dans aucun autre terrain de notre pays.

« Cette limitation de l'asphalte à l'étage urgonien fait supposer que l'imprégnation ne s'est pas faite de bas en haut, car dans ce cas on en trouverait au moins des traces dans les dépôts inférieurs. En prenant pour terme de comparaison les pétroles d'Amérique, on serait tenté de voir dans nos alphasles le résidu de quelques dépôts de charbon qui auraient disparu en laissant l'asphalte comme témoin de leur présence. »

« D'un autre côté, la composition identique des gisements de l'asphalte à Travers et à Saint-Aubin, sur les deux flancs de la montagne, autorise la supposition qu'ils sont connexes et qu'ils ont dû être jadis continus. S'il en est ainsi, ces deux lambeaux n'ont pu être séparés que par le soulèvement même de la montagne qui, en faisant surgir des roches inférieures, a disloqué et refoulé les dépôts plus récents qui sont restés

au fond du Val-de-Travers et sur les premiers gradins de la montagne (à la Presta et à Saint-Aubin). »

Enfin, M. Desor établit un point très important de la structure du Val-de-Travers, à savoir que le fond du bassin ou la synclinale des couches ne coïncide nullement avec le thalweg de la vallée, et il ajoute : « d'où il résulte que les couches à asphalté doivent faire retour quelque part près du Pré-Forgon, probablement en se redressant brusquement ».

Ce « retour » des couches à asphalté sur la rive droite était purement hypothétique, ainsi que nos propres études et le résultat des sondages ont permis, dans la suite, de le prouver. En réalité, une faille, d'une grande amplitude, règne sur tout le flanc méridional du Val-de-Travers et met en contact les couches de la molasse avec les bancs calcaires du terrain jurassique supérieur. Mais n'anticipons pas.

§ 14. — Les recherches de nouveaux gisements d'asphalté à la Presta firent, dans le courant des mois de juillet et d'août 1867, le sujet de plusieurs lettres publiées dans le *National suisse*, par M. l'ingénieur Knab.

Comme ses prédécesseurs, l'ingénieur exposa d'abord ses vues sur l'origine de « cette substance minérale ». « L'asphalté provient sans doute de l'imprégnation du calcaire urgonien par le *pétrole* ou *bitume* des gisements de houille réduite en anthracite, gisements qui ont disparu pendant les révolutions du globe ». Il ignore encore de quelle manière l'imprégnation s'est faite, mais à voir la facilité avec laquelle cette roche, à l'état naturel, absorbe une dissolution de bitume, il pense qu'il n'a pas fallu, pour produire

l'asphalte, une *pression incommensurable*, comme l'admet M. Léon Malo, ingénieur de la Compagnie générale des asphaltes. Il partagerait plutôt l'opinion d'autres géologues, qui supposent que les bitumes de Judée ou d'autres pays éloignés, sont venus, véhiculés à la surface des eaux d'un déluge, imprégner à froid les calcaires du terrain jurassique (crétacé) avant qu'ils fussent recouverts par les molasses vertes.

Les sondages ordonnés par le Grand Conseil se faisaient à l'est de la mine exploitée à la Presta, sur cinq profils en travers, perpendiculaires à la Reuse, espacés de 172 et 225 mètres, ce qui donnait au front de la nouvelle mine cherchée un développement d'environ 400 mètres de l'est à l'ouest. Du nord au sud, les trous de sonde étaient espacés de 60 mètres. Enfin, le diamètre des trous de sonde à la tarière était de 8 à 10 centimètres et la perforation opérée par des ouvriers, au nombre de 4 ou 8, et non à l'aide d'une machine à vapeur.

Le 22 juillet, on avait déjà fait une trentaine de sondages sur les cinq profils. A chacun de ceux-ci on fonçait le premier trou de sonde sur l'arête même de la colline qui se dessine le long de la rive droite de la Reuse et qui fait suite à celle de la Presta. Les deux premiers profils, les plus voisins de la mine, avaient été abandonnés, le premier parce qu'on n'avait pas rencontré l'asphalte, le second parce qu'on avait trouvé l'urgonien blanc sans trace d'asphalte.

Le troisième profil se montrait le plus abondant en asphalte et le plus riche en renseignements géologiques précieux, aussi était-il percé de cinq trous de sonde : le premier, à l'arête de la colline, avait montré l'asphalte à 2 mètres de profondeur, affleurant

pour ainsi dire à la surface, puisqu'une tranchée étroite avait suffi pour mettre à nu le bon banc sur une certaine longueur. Les trois puits suivants de ce profil ont rencontré l'asphalte à une profondeur plus ou moins grande, ce qui est dû au relèvement consécutif du sol, d'une part, et au plongement du banc d'asphalte, de l'autre. Quant à l'épaisseur, elle se montre assez constante, soit de 7^m,30. Si d'autres trous de sonde n'ont pas été pratiqués plus au sud, c'est que le matériel de sondage devenait insuffisant pour atteindre la profondeur présumée du banc d'asphalte.

Le résultat des sondages sur le profil n° 4 correspond assez sensiblement avec celui du n° 3; enfin le profil n° 5, situé contre la Bellela, n'a encore été perforé qu'en un point, à 12 mètres de profondeur, sans qu'on ait trouvé l'asphalte. » En résumé, la zone réellement asphaltique a 400 mètres de long, sur 100 mètres de large, et, dans cette étendue de 40 000 mètres carrés, on a constaté positivement l'asphalte sur 300 mètres de longueur, 30 mètres de largeur et 6 mètres d'épaisseur moyenne, ce qui donne un volume de 54 000 mètres cubes d'asphalte, soit un poids total de 129 600 tonnes.

Tels étaient les résultats acquis au 22 juillet. Ils étaient de nature à faire concevoir les plus brillantes espérances sur l'issue de la mise en adjudication de la concession prévue pour le 11 novembre suivant. La nouvelle mine des *Grands-Champs* était reconnue avec une existence bien supérieure à tous les amas exploités jusqu'à ce jour dans le canton de Neuchâtel.

§ 15. — Ces résultats magnifiques allaient du reste augmenter d'importance par les nouveaux sondages

sur la surface prévue. Au 1^{er} octobre, on avait perforé en tout 42 puits, et reconnu le banc d'asphalte sur une épaisseur de 6 à 9 mètres, soit en moyenne 7 mètres, ce qui correspondait à 392 000 mètres cubes, soit 860 000 tonnes d'asphalte de qualité supérieure, puisque l'analyse indiquait une richesse en bitume de 10 à 12 pour cent pour le bon banc, et 7 à 8 pour cent pour la crappe, c'est-à-dire pour la roche formant le toit ou le plancher du bon banc.

Ce n'est pas tout ; entre le dernier sondage, à 140 mètres de la tête du banc, et la forêt, il y a encore 300 à 400 mètres qui n'ont pu être explorés par la sonde, et notre ingénieur n'hésite plus à considérer l'asphalte comme une couche régulière susceptible d'exister d'une façon continue jusqu'à la faille indiquée par M. Jaccard dans la carte géologique fédérale. En cela, il est d'un avis opposé à celui de M. Desor, qui persiste à croire à un relèvement contre le sol des divers terrains superposés ou inférieurs au banc d'asphalte.

§ 16. — Le 9 novembre 1867 eut lieu, au château de Neuchâtel, la mise aux enchères de la concession des mines d'asphalte. Les conditions des enchères prévoyaient entre autres la durée de vingt ans, le droit exclusif d'exploiter la mine dans un périmètre déterminé, et le paiement par le concessionnaire d'une redevance par tonne de mille kilogrammes exploitée, calculée au prix le plus élevé au-dessus de celui de 5 francs, point de départ de l'enchère.

Ce prix de cinq francs fut rapidement dépassé, et les enchères successives arrivèrent à celui de 19 fr. 75 offert par le citoyen Deladoey Decoppet, domicilié à

Paris, déclaré concessionnaire par arrêt du Conseil d'Etat en date du même jour.

Le 21 novembre, le Grand Conseil décrétait que le minimum de la redevance à payer par an à l'Etat serait de 40 000 francs, qui seraient versés d'avance.

§ 17. — Il n'entre pas dans le cadre de cet exposé de rapporter les négociations et les tentatives qui suivirent et qui avaient pour objet la constitution de la société, et surtout la réduction, par accord réciproque des parties, du prix exorbitant de 19 fr. 75 centimes, consenti le 9 novembre 1867, et je reviens en conséquence aux faits qui se rapportent aux sondages et à l'exploitation de l'asphalte.

L'article 1^{er} du règlement concernant l'exploitation prévoyait la nomination, par le Conseil d'Etat, d'une Commission d'Etat des mines d'asphalte. Celle-ci, qui était de cinq membres, se réunit pour la première fois à Travers, le 10 août 1868. Elle visita la nouvelle mine encore exploitée à ciel ouvert et, en outre, prévisa sur l'emplacement de sondages à opérer aux Jottes sur la rive gauche, et un peu à l'est du Bois-de-Croix. Il s'agissait de vérifier le bien ou le mal-fondé des conditions relatives à l'existence de l'asphalte dans cette région¹.

Le 8 octobre 1868, le secrétaire annonce que les sondages qui viennent d'être exécutés ont permis de reconnaître l'existence du banc d'asphalte sur 475 mètres en longueur et 200 mètres en largeur, soit 665 000 mètres cubes et 1 463 000 tonnes.

§ 18. — Dans le cours de cette année 1868, M. l'ingénieur Knab, poursuivant ses investigations sur la

¹ Ces sondages, ou pour mieux dire ces fouilles, donnèrent un résultat négatif, quant à l'existence d'un gisement exploitable.

composition chimique de l'asphalte et son origine, arrivait à des conclusions qui sont développées dans un mémoire présenté à la Société des sciences naturelles le 14 janvier 1869, et qui a pour titre : *Théorie de la formation de l'asphalte au Val-de-Travers et de la formation des bitumes volatils en général.*

L'auteur distingue, parmi les matières bitumineuses naturelles, cinq variétés, connues sous les noms de : *naphte, pétrole, bitume, asphalte* et enfin *mastic asphaltique* (ce dernier est un produit artificiel); puis il s'exprime ainsi :

« Comme l'a dit M. Desor, il serait digne des antécédents de la science neuchâteloise, qu'après avoir reconnu le problème du gisement de l'asphalte, elle parvint aussi à résoudre le problème plus difficile de son origine ».

Abordant ensuite les théories relatives à la formation des bitumes pétrolifères des Etats-Unis, il ne peut admettre que ces dépôts soient le produit de la décomposition des végétaux terrestres, attendu qu'ils sont situés dans les terrains siluriens et devoniens, antérieurs au terrain carbonifère. L'absence de l'iode, l'un des composés invariables des varechs et des fucus, condamne la théorie de l'origine du pétrole attribuée aux végétaux marins, tandis que la présence bien constatée de l'ammoniaque dans l'asphalte accuse une origine animale.

Dès lors, quoi de plus simple que de considérer le *bon banc* d'asphalte, pétri de coquilles de caprotines ou de leurs débris, comme un banc d'huitres fossiles, dans lequel nous retrouvons, non seulement les substances calcaires, mais encore la partie organique bitumineuse de ces animaux.

S'agissant de déterminer comment la transformation des mollusques en asphalte aurait pu s'effectuer, il expose la prodigieuse fécondité de l'huître commune, mollusque bivalve comme les caprotines; il n'hésite pas à attribuer au développement de ces dernières la formation de véritables bancs ou couches de quelques mètres d'épaisseur. Etant donné le volume relatif de la partie charnue et de la partie solide de la coquille et certains facteurs de la décomposition organique, tels qu'une température élevée et une eau sursaturée, conséquence de l'évaporation, il ne peut plus douter que ce ne soit bien là le processus de formation du bitume et de l'asphalte.

Au reste, les découvertes scientifiques récentes viennent précisément à l'appui de la théorie. Le professeur Fraas, de Stuttgart, vient de publier un important ouvrage sur ses observations en Orient et sur l'origine du pétrole des bords de la mer Rouge, vivier immense, dans lequel pullulent les oursins, les mollusques, les crustacés et même les poissons, dont la substance organique est susceptible de fournir la base du bitume qui surnage à la surface et que l'on récolte sur les bords de ce bassin.

Appliquant ces données à d'autres gisements pétrolifères, tels que ceux de la Valachie, étudiés par le professeur Coquand, M. Knab y voit aussi une origine animale et non végétale ou plutonique, comme le savant français.

Il est impossible de méconnaître la valeur et l'importance du travail de l'ingénieur cantonal Knab et, pour ma part, je n'ai, depuis cette époque, cessé de recueillir les éléments de démonstration capables de faire passer cette question de l'état de théorie à celui

de système, appuyé sur les preuves les moins discutables.

Toutefois il me sera permis de constater que, à un point de vue au moins, l'argumentation de M. Knab était trop absolue ; c'est lorsqu'il dit dans ses conclusions : « Malgré les doutes exprimés par M. le professeur Desor, malgré les théories de MM. Lesquereux, Fraas (?) et Coquand, nous n'en persistons pas moins à croire avec M. Lesley que les bitumes autres que les houilles ont une origine animale.... et que les différentes espèces de pétrole sont aussi dues à la décomposition de mollusques et de crustacés plus riches en matières organiques, etc. »

J'exposerai, dans la suite de ce travail, les arguments sur lesquels je fonde l'opinion que la plupart des pétroles, d'Amérique, du Caucase, aussi bien que les molasses bitumineuses, ont une origine végétale, non ligneuse il est vrai, mais constituée par des végétaux aquatiques.

§ 19. — La publication de ma *Description géologique du Jura vaudois et neuchâtelois*, dans les *Matériaux pour la carte géologique de la Suisse*, coïncide avec la suspension des sondages en 1868. L'une des planches renferme deux profils relatifs à l'asphalte du Val-de-Travers. Le premier, publié avec l'autorisation de la Direction des Travaux publics, indique par des teintes spéciales les diverses couches traversées par la sonde ; il est d'ailleurs sans caractère géologique. Deux faits principaux ressortent de l'examen de ce profil. C'est d'abord la régularité géométrique de l'épaisseur du banc d'asphalte, aussi bien que des couches de l'aptien qui lui sont superposées. Il devait en résulter une déduction en apparence logique,

mais en réalité fautive et regrettable, savoir celle d'attribuer une disposition ou une allure semblable du banc d'asphalte dans toute l'étendue de la mine. Or, les travaux d'exploitation ne tardèrent pas à montrer que la couche d'asphalte subit des inflexions variées dans différentes parties de la mine et que, notamment à l'ouest, le banc se relève d'une façon très sensible, pour plonger de nouveau, formant ainsi une synclinale entre deux anticlinales. Toutefois, rien jusqu'à présent n'indique le relèvement général vers la surface, constamment affirmé par M. le professeur Desor.

Un second fait important à relever est l'épaisseur considérable (30 mètres) de la marne argileuse grise superposée aux couches variées de l'aptien, qui sont elles-mêmes, en presque totalité, marneuses ou argileuses. Cette marne grise constitue l'étage albien ou du gault, qui se montre ici régulièrement superposé à l'aptien, et qui n'avait jusqu'à ce moment pas été indiqué dans cette région.

Un second profil de la même planche, celui-ci purement théorique, établit les relations réciproques des trois lambeaux asphaltiques du Bois-de-Croix, des Grands-Champs et de Saint-Aubin. Le premier et le dernier sont superficiels, non recouverts par une assise quelconque. Le second est au contraire recouvert, protégé par plusieurs terrains. Outre les deux étages que je viens de nommer, il y a encore la molasse, superposée à l'aptien et dont j'avais reconnu l'existence sur une zone partant de Buttes et s'étendant jusqu'aux Oeillons.

Cette disposition, conséquence de la faille, admise par M. Knab et contestée par M. Desor, constitue l'un

des éléments les plus importants au sujet de l'extension de l'asphalte dans le sens de la largeur, aussi aurons-nous à y revenir plus d'une fois dans la suite de ce travail.

§ 20. — Aucun fait important n'est à noter au sujet des mines d'asphalte en 1869, sinon que M. l'ingénieur Knab manifestait l'idée que de nouveaux sondages devraient être exécutés. Les événements politiques de 1870 étaient de nature à détourner l'attention de ce sujet, et c'est en 1871 seulement qu'il put être question de procéder aux sondages proposés par M. Knab.

Ce ne fut toutefois que vers la fin de l'été que l'on se mit à l'œuvre pour le fonçage du puits n° 5 *bis* au profil III. Au 11 novembre, le sondage avait atteint la profondeur de 66^m,30, dont 8 mètres d'asphalte.

Invité, en l'absence de M. le professeur Desor, par le Directeur des travaux publics, M. G. Guillaume, à me rendre à Travers, je visitai avec lui le sondage, et nous fixâmes l'emplacement d'un nouveau sondage, à 300 mètres au sud de celui qui venait d'être terminé. De ce point jusqu'à la forêt, et par conséquent à la faille, limite du banc, il y a encore une distance au moins aussi grande.

Déjà à ce moment les premiers coups de sonde avaient rencontré la molasse sableuse, à laquelle j'attribuais 40 mètres d'épaisseur. En ajoutant 35 mètres pour les argiles du gault et 15 mètres pour l'aptien, je prévoyais la rencontre de l'asphalte à 90 mètres de profondeur, admettant d'ailleurs un certain relèvement du banc d'asphalte au lieu du plongement reconnu jusqu'à ce moment par les sondages du profil III.

Jusqu'à la fin de l'année les travaux marchèrent

régulièrement. Au 28 décembre, le trou de sonde avait atteint 47 mètres.

Dans les premiers mois de 1872, le travail avance moins rapidement. A la profondeur de 88 mètres, le 30 mars, on est encore dans les marnes, qui n'avaient cessé de se montrer sur toute la hauteur du sondage. Le 21 juin, le sondage est parvenu à la profondeur de 101^m,20, mais il est interrompu par un accident à la sonde. L'examen des dernières carottes me confirme dans l'idée que l'on est arrivé à la marne blanche immédiatement supérieure au banc d'asphalte. Déjà à la profondeur de 92 mètres on avait rencontré les marnes vertes de l'aptien, ce qui, à mon avis, pouvait suffire. Mais la Commission, dans sa majorité, décida de s'adresser à des ingénieurs sondeur, afin de tenter le cimentage ou tubage du trou de sonde, puis de le foncer jusqu'à la rencontre de l'asphalte. Ces travaux, exécutés dans le commencement de l'hiver, furent en pure perte, et il fallut dès lors renoncer à tout espoir de réussite.

§ 21. — Le sondage de 1873-74 fut le dernier travail de ce genre entrepris en vue de reconnaître l'extension du banc d'asphalte. A vrai dire, le moment était arrivé où, par l'avancement des galeries, il devenait possible de se rendre compte plus facilement et plus exactement de toutes ces questions. Précisément à cette époque, le Directeur des Travaux publics faisait relever un plan général de la mine et des galeries, lequel a été dès lors mis à jour à chaque fin d'année par les ingénieurs de l'Etat. Au 11 novembre 1872, la longueur des galeries d'exploitation et d'abatage atteignait 2232 mètres. Elles se sont dès lors développées considérablement, tant à l'ouest qu'à

l'est et au sud, mais il n'entre pas dans le cadre de cet exposé d'en dire davantage sur ce sujet.

Deuxième section.

Etude des terrains du Val-de-Travers.

1. DES TERRAINS EN GÉNÉRAL.

§ 22. — Au point de vue géologique et orographique, le Val-de-Travers est constitué par la dépression comprise entre la chaîne du Chasseron-Creux-du-Vent et le plateau accidenté de la Côte-aux-Fées, Monlézi et Montagnes de Travers. Il constitue l'un des nombreux *vallons de plissement* du Jura et renferme divers étages du grès vert et du néocomien, ainsi que la molasse d'eau douce et marine. Comme nous le verrons, ces assises ne présentent plus aujourd'hui que des lambeaux isolés, des couches primitivement existantes, tels que celui du Mont de Couvet, à 1030 mètres, et celui des Rhuillières, à 1105 mètres.

Le Val-de-Travers se relie en outre à ses deux extrémités à d'autres bassins, savoir : à l'est, à celui du Val-de-Ruz et, à l'ouest, à ceux de la Côte-aux-Fées et de l'Auberson.

§ 23. — Le *substratum*, ou fond sur lequel reposent les assises crétacées, que nous avons surtout en vue dans ce travail, est constitué par les calcaires compactes du terrain jurassique supérieur. D'une manière générale, on peut dire qu'il y a concordance de stratification entre les couches de l'un et de l'autre

système, mais l'existence d'un dépôt lacustre intermédiaire accuse néanmoins un retrait momentané de la mer qui occupait la contrée.

Une question déjà souvent posée se présente ici, à savoir : si la mer néocomienne a recouvert la totalité de cette région du Jura, ou si elle formait seulement des golfes et des fiords, séparés par les chaînons déjà soulevés à une certaine hauteur. Bien des raisons me portent à envisager cette dernière solution comme la plus probante, au moins en ce qui concerne l'étage urgonien et celui des grès verts.

§ 24. — Avant d'aller plus loin, nous devons signaler deux *accidents* orographiques de la plus grande importance au point de vue de la répartition des terrains crétacés et tertiaires dans le Val-de-Travers.

Pour peu qu'on examine attentivement la direction ou le plongement des couches, on constate que ce dernier n'est nullement régulier, et en particulier que la disposition *synclinale*, loin d'être la règle, est plutôt l'exception. Deux séries d'accidents modifient les allures théoriques du vallon, sans toutefois en altérer bien fortement le relief.

Je dois citer, en premier lieu, l'existence d'un pli secondaire au versant nord du chaînon de Chasseron-Creux-du-Vent. Avant de s'enfoncer sous le Val-de-Travers, les couches jurassiques se redressent assez brusquement et déterminent l'apparition d'une synclinale régulière, dans laquelle les couches néocomiennes du valangien et du hauterivien se sont trouvées préservées de l'érosion et forment un *palier* caractéristique que nous appellerons vallon des Rhuillières. Le chaînon lui-même, très surbaissé, ne présente que l'un des *pans* de la voûte, grâce à un *pli-faille* longitu-

dinal qui, très accusé au sud de Buttes, vient mourir au-dessus des Lacherelles, point où le chaînon principal se raccorde souterrainement avec le versant nord de la vallée.

Un second pli, selon toute probabilité prolongement du chaînon de la Côte-aux-Fées, se montre entre Buttes et Fleurier, où l'on voit apparaître le calcaire jurassique au milieu même du vallon, déterminant ainsi deux synclinales rapprochées, mais à peu près invisibles. De Fleurier à Couvet, l'érosion a fait disparaître toute trace du terrain jurassique, mais celui-ci reparaît à la gare de Couvet, là où on se fût attendu à retrouver les puissants dépôts néocomiens, si largement développés de Boveresse à Plancemont. La disposition anticlinale se manifeste surtout, comme nous le verrons, aux anciennes mines de la Presta, où on voit l'urgonien plonger au sud, au lieu d'affecter la disposition en cuvette indiquée par la théorie.

§ 25. — On conçoit que ces divers phénomènes de plissements et de dislocations aient contribué puissamment à favoriser les érosions subséquentes et l'énorme ablation qui en est résultée. Il ne faudrait pourtant pas en conclure que nous ayons affaire ici à des cataclysmes et à des bouleversements instantanés. Ce n'est plus aujourd'hui qu'il est possible de concevoir le soulèvement des chaînes jurassiques comme ayant eu lieu à un moment donné; en réalité, depuis le dépôt des couches d'eau douce du Purbeck jusqu'au moment où la mer de l'helvétien s'est retirée de la vallée du Rhône, il n'a cessé de se produire des alternatives d'exhaussement et d'affaissement, bien accusées par les variations dans la nature des

dépôts, les modifications de la faune, ou encore les discordances de superposition.

C'est grâce au concours de tous ces phénomènes que, sans recourir à des sondages, nous pouvons étudier à l'aise tous les terrains et dresser des coupes ou profils géologiques, dans lesquels se révèle la structure souterraine du sol.

Avant d'aborder cette partie de mon travail, je dois signaler ici rapidement les terrains qui occupent le bassin. Je m'attacherai plutôt à leurs caractères généraux et à leur mode de formation, qu'à la distinction des étages et à la composition de leur faune.

On peut les ranger dans cinq groupes, savoir :

- 1^o Terrains récents ou quaternaires.
- 2^o Terrains tertiaires.
- 3^o Grès verts.
- 4^o Néocomien.
- 5^o Jurassique.

1. TERRAINS RÉCENTS OU QUATERNAIRES.

§ 26. — Ils constituent un ensemble de faciès variés passant les uns aux autres, de telle sorte qu'il est pour ainsi dire impossible de distinguer les dépôts diluviens des alluvions modernes, ces derniers étant constitués de matériaux remaniés des premiers.

a) La *terre végétale*, composée en grande partie de matériaux détritiques, de gravier, de sable, d'argile, se confond presque toujours avec les terrains sous-jacents, auxquels elle a emprunté ces matériaux. Elle atteint sur certains points une grande épaisseur, ainsi que l'ont montré les sondages des Grands-Champs ;

b) Les *éboulis*, formés de débris de roches qui tombent journellement des parois de roches calcaires jurassiques, sont très développés dans toute la région limitrophe des champs et de la forêt, depuis les Oeillons à Buttes. Il en résulte qu'on ne peut nulle part observer le contact des couches de la molasse et du calcaire jurassique affecté par le pli-faille dont j'ai parlé tout à l'heure ;

Au versant sud, ces éboulis de roches calcaires anguleuses sont très puissants au pied des rochers qui dominent la Caroline et Belle-Roche. Chaque année le dépôt s'accroît et, de temps en temps, il se produit un glissement qui entraîne la masse vers le fond de la vallée ;

c) Les *alluvions modernes* du fond de la vallée sont composés soit de graviers et cailloux roulés, soit de limon et même de tourbe. Leur partie supérieure est moderne, mais on ne peut douter qu'au-dessous il existe de puissantes masses d'âge plus ancien, qui ont comblé la vallée d'érosion ;

d) Les *sables, graviers et cailloux roulés* qui forment les *cônes de déjection* des torrents et des ruisseaux ont été entraînés des hauteurs et tapissent les flancs du vallon. Le dépôt le plus puissant est celui sur lequel est assis le village de Couvet et qui constitue une terrasse d'une dizaine de mètres de hauteur. A Môtiers, ce terrain est aussi largement développé entre le village et le flanc de la colline et se poursuit jusqu'au sud du village de Fleurier, où on l'exploite comme gravier. Enfin, les travaux du chemin de fer régional l'ont mis à découvert sur plusieurs points entre la Presta et le village de Couvet.

Comme le précédent, ce terrain se mélange par sa base au dépôt glaciaire argileux, non stratifié.

Si l'on n'observe pas de blocs erratiques, c'est que ceux-ci ont été exploités et étaient en tout cas moins nombreux dans la vallée principale que dans le cirque de Saint-Sulpice et dans la cluse de Noiraigue.

2. TERRAINS TERTIAIRES.

§ 27. — Les couches tertiaires du Val-de-Travers appartiennent à deux faciès, l'un marin, l'autre lacustre, fluvio-marin ou saumâtre.

a) La *molasse marine* existe à Buttes, mais elle est peu développée ; elle renferme des huîtres, des dents de requins, etc. ;

b) La *molasse aquitanienne*, d'eau douce, forme une zone étroite au versant sud du vallon. Elle est marno-sableuse au sud de Fleurier, passe au grès homogène entre Môtiers et Couvet et redevient marneuse et surtout argileuse jusqu'aux Lacherelles.

Plusieurs couches sont exploitées comme terre à briques dans l'usine Quadri frères. Je n'y ai jamais découvert de fossiles et le gypse paraît aussi manquer.

La puissance du dépôt peut atteindre 80 à 100 mètres, à en juger par le grand sondage de Mosset, sur lequel nous aurons l'occasion de revenir.

3. GRÈS VERTS.

§ 28. — a) *Cénomanien*. Calcaire crayeux et marneux, observé autrefois par Gressly à la Caroline près de Fleurier, où il est superposé au *gault* ou *albien*. On le retrouve dans la vallée des Ponts, au Joratel,

près de Noirvaux, au lac de Saint-Point. Il est remarquable de le voir manquer dans la zone sud du vallon, où la molasse repose immédiatement sur les argiles du gault.

b) *Gault ou Albien, Vraconien*. C'est le grès vert des anciens auteurs. Divisé par le Dr Campiche et G. de Tribolet en trois étages, dont le plus supérieur paraît manquer au Val-de-Travers. L'étage moyen des argiles à fossiles pyriteux semble surtout développé au versant sud, par dessous la molasse, car les sondages des Grands-Champs et de Mosset n'ont pas rencontré les couches de sable de l'étage inférieur, qui existent cependant à la Caroline, à Boveresse, etc.

c) *Aptien*. Cet étage, signalé dès 1855 au Val-de-Travers, fut subdivisé par M. Renevier en deux sous-étages, l'aptien et le rhodanien, le premier constitué par des grès durs, verdâtres, le second par des marnes et des argiles diversement colorées. Induit en erreur par l'aspect des roches, j'avais, dans mon *Mémoire sur le Jura vaudois et neuchâtelais*, signalé les couches supérieures sous le nom de *grès aptien*. En réalité, comme je m'en suis convaincu récemment, ce ne sont nullement des grès qui constituent cet étage, mais des couches de calcaire, fortement colorées en vert par des grains de glauconie; ces calcaires sont superposés aux marnes et argiles du rhodanien, qui les séparent de l'urgonien asphaltique. Comme ces calcaires glauconieux sont eux-mêmes bitumineux et asphaltiques, je leur consacrerai un chapitre spécial dans la suite de ce travail ¹.

¹ §§ 49, 50, 51.

4. NÉOCOMIEN.

§ 29. — Le *terrain néocomien*, tel qu'il était compris il y a cinquante ans, a été subdivisé en trois étages : l'Urgonien, le Hauterivien et le Valangien. Sans rechercher si cette distinction est justifiée au point de vue paléontologique, on ne peut méconnaître sa valeur pétrographique dans le Jura et le bassin méditerranéen. Partout, en effet, c'est dans la partie supérieure seulement que l'on a observé la faune des rudistes, connue sous le nom de calcaire à Caprotines, et la présence du bitume combiné avec la roche calcaire à laquelle on réserve maintenant le nom d'asphalte. Pour le moment, je me bornerai du reste à indiquer les caractères généraux de ces trois étages au Val-de-Travers.

a) *Urgonien*. Au Val-de-Travers, comme à Noirevaux et à la Raisse, on distingue dans cet étage deux faciès distincts et superposés, savoir le *calcaire à Caprotines* et le *calcaire jaune à Echinodermes*. Le premier se présente lui-même sous deux aspects : tantôt c'est un calcaire dur, compact, à cassure conchoïdale, tantôt, au contraire, c'est une roche blanche, crayeuse, saccharoïde, à tissu lâche, plus ou moins grenue, ou spathique. Tous deux renferment d'ailleurs les mêmes fossiles.

Le calcaire blanc est exploité près de Travers, à Boveresse, etc. ; il se retrouve aux Œillons, et, comme nous le verrons, il apparaît aussi localement aux mines d'asphalte, où il passe graduellement, sous forme de *crappe* ou asphalte pauvre en bitume, à l'asphalte riche et exploitable.

L'Urgonien inférieur semble n'avoir pas formé de dépôt à la Côte-aux-Fées, non plus qu'à Malmont, au Mont de Couvet et aux Rhuillières.

b) *Hauterivien*. Nous comprenons sous ce nom le calcaire jaune et la marne bleue de Neuchâtel, d'Hauterive, etc. ; le premier ne renferme que des débris de coquilles broyées, mais se distingue néanmoins assez bien de l'urgonien inférieur. La marne, qui est très fossilifère, accompagne partout le calcaire, auquel elle doit d'avoir été préservée de la destruction par érosion.

c) *Valangien*. La partie inférieure du terrain crétacé, connue dans le Jura sous le nom de *Valangien*, apparaît constamment sur le pourtour des lambeaux du Hauterivien. Deux assises distinctes constituent cet étage. La plus élevée est désignée sous le nom de *Limonite* ou de *Calcaire roux ferrugineux*.

L'assise inférieure, composée de couches plus épaisses et plus compactes, passe, vers la base, à des marnes plus ou moins développées, avec fossiles marins, auxquelles succèdent les marnes et le calcaire d'eau douce du *Purbeckien*, qui fait lui-même partie du système jurassique.

§ 30. — *Système jurassique*. Ce n'est ni le lieu, ni le moment de donner ici une description des étages et des terrains qui constituent les chainons limitrophes du Val-de-Travers. Toutefois, je dois signaler combien sont grandes les différences pétrographiques, stratigraphiques et même orographiques qui distinguent les dépôts de cet âge de ceux que nous venons de passer en revue.

Si, en effet, dégagé de toute préoccupation systé-

matique, on étudie les roches calcaires qui constituent le grandiose amphithéâtre du Creux-du-Vent, on ne peut méconnaître que leur formation s'est produite sous l'influence de phénomènes absolument semblables, qu'il n'y a eu aucun changement dans la profondeur du bassin dans lequel se formait le dépôt des sédiments. Deux à trois cents mètres de roches, absolument calcaires, d'une densité et d'une dureté sensiblement égales, se révèlent à nous comme formant l'ossature du chaînon qui s'étend des Gorges de la Reuse, sous Trois-Rods, à la déclivité du Chaseron vers Sainte-Croix. De même au nord, le grand escarpement des Blanches-Roches sur Noiraigue, les roches de Trémalmont, la Corbière de Saint-Sulpice et le portail gigantesque du Pont de la Roche, sont autant de baies entr'ouvertes qui nous permettent de reconnaître cette identité d'origine et de formation des couches jurassiques supérieures.

Pour distinguer des étages, pour établir leurs limites paléontologiques, il faudra donc chercher ailleurs, là où les couches sont moins puissantes, plus variées, plus riches en fossiles, comme c'est le cas aux environs de Porrentruy et de Montbéliard.

Quant aux groupes jurassiques, moyen et inférieur, ils importent moins encore à notre étude. La présence d'une minime quantité de bitume sur quelques points, voisins de notre champ d'études, m'engage à en parler pour mémoire.

2. Profils géologiques.

§ 31. — Les données qui précèdent se rapportent à la manière d'être, à la structure apparente des terrains du Val-de-Travers. Il me reste à les faire

connaître dans leurs allures souterraines, leurs relations de superposition, ainsi qu'à faire ressortir les phénomènes de dislocations et d'érosions qui les ont affectés. Pour cela, je dois recourir à l'établissement de profils ou coupes en travers de ce vallon. Une première série ¹ nous fera connaître l'ensemble des terrains, d'un versant à l'autre, avec les lambeaux de remplissage de la vallée; on saisira mieux de cette façon le *morcellement* des assises, l'*isolement* des lambeaux, et enfin le *recouvrement* naturel auquel nous devons la conservation du gisement si important de l'urgonien asphaltifère de notre bassin.

Une seconde série de profils ² est consacrée à l'étude spéciale de la région comprise entre Couvet et Travers, au versant sud de la vallée; je me contenterai d'en faire ressortir les traits essentiels.

a/ PROFILS GÉNÉRAUX.

§ 32. — Profil 1. De *Belle-Roche au Breuil*. Escarpement de roches jurassiques verticales, pli resserré de l'Urgonien et des grès verts au versant nord; alluvions, sable et gravier, molasse, faille, petite chaîne et pli néocomien au versant sud.

Profil 2. *Monlézi-Boveresse-Môtiers*. Lambeau néocomien à Monlézi, pli resserré du grès vert à la gare de Boveresse; développement de l'Urgonien non asphaltique; alluvions et graviers dans la vallée, recouvrant la molasse au versant sud, etc.

Profil 3. *Malmont-Plancemont-Couvet*. Néocomien raviné par le torrent, largement développé à Plance-

¹ Pl. III, fig. 1-7.

² Pl. IV, fig. 1-6

mont, graviers sous le village de Couvet. Relèvement de l'aptien, molasse, etc.

Profil 4. *Mont-de-Couvet — Les Planes*. Encore un lambeau néocomien, jurassique jusqu'à la Reuse, alluvions, Urgonien asphaltique, grès verts, molasse, etc.

Profil 5. *La Jottaz-Belleta-La Couë*. Réapparition du Valangien-Hauterivien-Urgonien normal au nord; alluvions, Urgonien blanc, grès vert, molasse, etc.

Profil 6. *Mont-de-Travers — Les Lacherelles*. Jurassique et dernière trace du valangien; alluvions dans la vallée, Urgonien blanc, etc.

b) PROFILS DU VERSANT SUD.

§ 33. — Dressés à une échelle un peu plus grande, ces profils complètent celui qui avait été publié en 1868 dans mon mémoire sur le Jura vaudois et neuchâtelois, et permettent de reconnaître l'extension et les allures souterraines du banc d'asphalte, son affleurement à la surface, etc. Il est toutefois un point qui restera longtemps encore incertain, c'est la façon dont les terrains disloqués se raccordent le long de la faille méridionale (ou pli-faille) de la vallée, le contact n'étant visible nulle part, et les galeries d'exploitation étant encore à quelques cents mètres en arrière de la zone de roches calcaires jurassiques, qui apparaissent de loin en loin dans la forêt au versant sud de la vallée.

§ 34. Profil A. *Tuilerie de Couvet-Champs Girard*. L'exploitation de l'argile à briques a mis à découvert les couches variées de la molasse d'eau douce sur

une assez grande épaisseur. Ce terrain n'existe pas seulement dans les champs et les prés; on le retrouve jusqu'à deux cents mètres au moins dans l'intérieur de la forêt. D'autre part, des travaux de canalisation au Burcle ont révélé un affleurement de l'aptien supérieur, en sorte que la proximité de l'Urgonien, à une profondeur moindre de quinze mètres, est assurée. Est-il asphaltique? C'est ce qu'un sondage peu coûteux aurait bientôt démontré d'une façon péremptoire.

§ 35. — Profil B. *Prise Meuron*. Du Burcle à Bellevue et à la Presta, le relief de la partie inférieure du versant sud est très peu accidenté. Les tranchées du régional n'ont pas atteint d'autre terrain que le quaternaire. Mais, au-dessous de la Prise Meuron, on voit encore les traces d'une exploitation de l'asphalte, plus ancienne sans doute que celle de la Presta. Le relèvement de l'Urgonien s'accuse donc ici plus nettement. On peut attribuer l'abandon de ce gisement à la pauvreté bitumineuse de la roche, et aussi peut-être à la réduction d'épaisseur du banc. Mais on vient de découvrir celui-ci dans les conditions les plus avantageuses, un peu plus à l'ouest. Autant qu'on en peut juger, le plongement est peu sensible et on eût pu admettre qu'il reste le même jusqu'à la faille. Il n'en est rien toutefois. La galerie d'exploitation, parvenue en 1888 à une distance de 160 mètres en arrière de l'affleurement, a rencontré le banc d'asphalte plongeant au nord, et accusant par conséquent une synclinale que nous retrouverons dans les profils suivants :

§ 36. — Profil C. *Ancienne mine de la Presta*. L'exploitation à ciel ouvert, en tranchée profonde, révèle

suffisamment le relèvement consécutif du banc d'asphalte. Notons toutefois que, entre ce profil et le précédent, il existe un de ces ravinements caractéristiques du versant sud qui, selon toute apparence, correspond à des cassures et dénivellations des couches. De la sorte, nous ne pourrions admettre le raccordement, par inflexion du banc d'asphalte, dans la direction ouest-est. L'érosion des cours d'eau se serait exercée précisément sur ces accidents et aurait eu pour conséquence de déterminer l'isolement des divers monticules urgoniens qui se succèdent de l'ouest à l'est.

Pour la partie antérieure ou méridionale du profil, nous avons, comme précédemment, la galerie d'exploitation, avec un plongement au nord, moins accusé toutefois.

§ 37. — Profil D. *Extrémité ouest de la mine de Mosset*. Les premiers sondages de 1867 n'eurent pas de résultat utile ¹, et M. l'ingénieur Knab crut devoir considérer la dépression entre la colline de la Presta et le troisième profil comme stérile. En effet, la galerie d'exploitation, qu'il ne faut pas confondre avec les galeries d'abatage, arrive au rebroussement ouest à la pierre blanche, en contact avec l'aptien, et les rapports de la Compagnie indiquent, dans cette partie de la mine, l'absence complète de l'asphalte. Pour retrouver la roche, il faut revenir à la galerie faisant suite au rebroussement est; ici, nous nous trouvons de nouveau en plein banc d'asphalte, avec une disposition sensiblement horizontale, mais à une profondeur moyenne de 20 mètres au-dessous du niveau

¹ Voir § 11.

de la Reuse. Les galeries d'abatage se relevant vers le sud, rencontrent des sources assez abondantes, qui viennent se déverser dans un réservoir et doivent être amenées au dehors par des pompes à vapeur.

§ 38. — Profil E. *Partie centrale de la mine de Mosset*. Ici, nous retrouvons une disposition analogue à celle de la Presta, c'est-à-dire une colline urgonienne, dont les couches plongent au sud, puis, comme l'ont démontré les sondages du profil 3, affectant une disposition presque horizontale.

C'est ici que s'est révélée une dislocation locale très accusée, que je crois pouvoir appeler une *faille*. Le banc d'asphalte cesse tout à coup et la galerie d'abatage nord-sud pénètre en plein dans l'Aptien, sans que jusqu'ici on ait cherché à en retrouver, soit en hauteur, soit en profondeur, la continuation vers le sud.

§ 39. — Profil F. *Usine — Grands-Champs*. L'Urgonien a de nouveau disparu, et le banc d'asphalte se trouve en contre-bas de la Reuse (à 6^m30, sous le sol de l'usine). L'exploitation ne commence toutefois qu'à une centaine de mètres en arrière et le banc paraît être sensiblement horizontal.

§ 40. — Profil G. *Bellesta — La Couë*. Une sorte de golfe, rempli de terrains d'alluvions, pénètre jusque fort avant dans la zone crétacée et molassique, et les indices de la profondeur où l'Urgonien pourrait exister font défaut. Peut-être même faudrait-il admettre ici une érosion totale, et le remplissage par des dépôts quaternaires et modernes.

§ 41. — Profil H. *Crêt-à-Blanc — Crosats-Dessus*. Voici de nouveau l'Urgonien redressé, mais sous

forme de calcaire blanc, et exploité comme pierre à bâtir. Rien ne prouve toutefois que, plus avant vers le sud, on ne retrouve la roche bitumineuse, comme ça été le cas aux profils B et D.

§ 42. — Profil I. *Chez-Montandon—Les Lacherelles.* Enfin, le rélargissement de la zone crétacée et tertiaire au versant sud constitue une superficie considérable de terrains, que je présume devoir renfermer l'asphalte dans des conditions favorables d'exploitation. Il n'est pas douteux que, s'agissant de houille, on n'eût, dès longtemps, procédé à des sondages. Les divers monticules ou mamelons qui succèdent, de l'ouest à l'est, à celui du Crêt-à-Blanc, sont tous urgoniens et de même nature que ceux des carrières. Partant du fait que le bitume semble concentré en plus grande abondance vers le fond de la cuvette, il serait pour le moins singulier de n'en retrouver aucune trace dans cette région. J'ai d'ailleurs observé, en 1870, aux Oeillons, la présence du bitume dans cette même roche blanche, ce qui est un indice non moins favorable en faveur de l'hypothèse que je viens d'émettre.

3. *Etude de l'asphalte urgonien.*

§ 43. — *Bon banc, crappe.* Si, comme je l'ai dit précédemment, il n'existe qu'un seul banc ou niveau asphaltique urgonien, il s'en faut de beaucoup que cette substance minérale ait une composition et une nature homogènes et régulières. L'épaisseur de la couche varie aussi considérablement et donne lieu à de nombreuses observations, dont il y a lieu de nous occuper maintenant.

En parlant des sondages, j'ai dit que les ouvriers distinguaient deux sortes ou variétés d'asphalte, le *bon banc*, ou asphalte riche en bitume, et la *crappe*, ou roche pauvre. En fait, il n'est pas possible d'employer l'expression de couche dans son sens ordinaire, ni de distinguer des couches de crappe distinctes du bon banc. Il y a de la crappe à la base du bon banc aussi bien qu'à la partie supérieure, et le bon banc passe par transition graduelle à la crappe qui, dans certains cas, constitue toute l'épaisseur. C'est ce qu'on observa en particulier à l'ouest de l'ancienne mine de la Presta, où une galerie, dite *galerie d'essai*, atteint le banc d'asphalte sur une épaisseur de deux mètres, entièrement constituée par la crappe.

De même, dans la partie centrale de l'exploitation, la roche asphaltique passe graduellement à la crappe dans toute son épaisseur, puis à la roche tout à fait blanche.

§ 44. — *Dosage*. De ce qui précède, on peut conclure que le dosage du bitume dans la roche asphaltique présente une variété très grande. Je n'ai pas eu, pour ma part, l'occasion de procéder à des analyses, mais on a vu précédemment que celles-ci ne manquaient pas. L'existence de l'ammoniaque, d'abord contestée, a été définitivement reconnue. Les premières analyses sont celles de M. le professeur Ladame, qui avait obtenu le résultat suivant :

Asphalte ordinaire, roc, 10,7 % de matière organique.

— riche, roc, 15,3 % de matière organique.

— autre (extra), 17,5 % » »

Poudre 9,6 % » »

M. Ladame concluait en disant que les morceaux riches et desséchés à l'air donnent $15\frac{1}{2}\%$ de matière organique, la roche commune de 7 à 9% ¹.

Les analyses de MM. Hessel et Kopp sont plus complètes, c'est-à-dire qu'elles comportent le dosage de la chaux, du fer, de la silice, de la magnésie, etc. La matière bitumineuse constitue $9,65\%$ de la roche ordinaire.

En 1867, M. l'ingénieur Knab s'exprime ainsi au sujet des essais chimiques exécutés par lui :

« Comme on le sait, la qualité de l'asphalte roc dépend de sa richesse en bitume : les gisements connus et utilisés contiennent de 7 à 10 ou 11% de bitume ; si l'asphalte n'en renferme que 6% , son exploitation est onéreuse. L'asphalte de Seyssel a une richesse de 8% ; celle de la Presta 10% , etc. »

En résumé, l'asphalte exploité dans la mine de la Presta contient de 9 à 11% de bitume. L'asphalte pur des carottes ramenées par la sonde en renfermait invariablement 10% ².

§ 45. — *Puissance*. L'épaisseur du banc d'asphalte, dont j'ai déjà eu l'occasion de dire quelques mots, est aussi très variable. Dans les indications qui vont suivre, je considérerai toujours, à moins d'indication contraire, le bon banc et la crappe réunis.

Les chiffres indiqués par MM. Hessel et Kopp, pour les sondages de 1854, varient de 2 à 8 mètres, pour la région de l'ancienne mine de la Presta.

¹ Actes Soc. helv., 1855, p. 162.

² *National suisse*, 24 juillet 1867.

Sur la zone d'affleurement de la nouvelle mine, l'épaisseur varie de 6^m,50 à 7^m,50; elle va en augmentant vers le sud et atteint 8 et même 9^m,30 au fond du pli synclinal, pour diminuer ensuite vers le fond des galeries d'abatage au sud.

Cette épaisseur moyenne de 7 mètres sur le profil 3 des sondages a été reconnue par l'exploitation subséquente. Mais, si l'on se reporte à l'ouest, sur les profils 1 et 2 abandonnés, on constate une réduction très accusée et, finalement, la disparition de l'asphalte dans la partie relevée vers le nord.

§ 46. — *Caractères pétrographiques.* L'expression de « pierre calcaire grenue », employée par L. de Buch est, plus que toute autre, applicable au calcaire urgonien, qu'il soit ou non imprégné de bitume. Ce sont bien, en effet, des grains de calcaire qui constituent la roche, des grains agglutinés plutôt que cimentés, au milieu desquels apparaissent une multitude de lames ou lamelles, très brillantes lorsque la lumière est vive. Ces lames de calcite ne disparaissent nullement par le broyage et semblent même plus abondantes dans la roche en poudre. J'ai longtemps considéré ces lames comme provenant de la décomposition du test des échinides, réduit en fragments. Un examen plus attentif m'a convaincu que ce sont bien en réalité de petits cristaux de carbonate de chaux ou calcite, qui ne sont jamais pénétrés par le bitume.

Outre les lames et les grains calcaires très fins, la roche renferme des débris plus grossiers de formes variées, dans lesquels il est aisé de reconnaître des fragments de fossiles. Mais c'est seulement sur la roche exposée à l'air pendant un certain temps qu'on

voit apparaître ceux-ci, sous forme de rugosités plus ou moins saillantes. La roche elle-même est alors gris blanchâtre, et nullement blanche comme celle qui n'a pas été imprégnée de bitume.

Parmi les substances minérales qui se trouvent mélangées à la roche, il faut signaler le gypse, qui n'est toutefois jamais abondant.

§ 47. — *Fossiles*. Nous avons vu que M. l'ingénieur Knab avait signalé une grande abondance de coquilles de Caprotines dans l'urgonien; il attribuait la formation du bitume à la décomposition de ces mollusques. Je n'ai rien à objecter à cette supposition, qui est très admissible. Toutefois, il est assez remarquable que nous ne trouvions jamais de ces coquilles dans le banc d'asphalte, et surtout dans le *bon banc*. Je n'ai, pour ma part, observé les coquilles bituminées que dans la crappe à la partie est de l'ancienne exploitation à ciel ouvert de la Presta. J'ai également recueilli un *Pterocera pelagi*, à l'état de moule, aussi pauvre en bitume que les Caprotines. Enfin, la pénétration ou la proportion de bitume est la même dans la roche ambiante et dans le fossile lui-même.

Si les fossiles sont rares dans le banc d'asphalte exploité, en revanche, il existe dans le calcaire blanc urgonien du Crêt-à-Blanc un véritable banc de Caprotines, sans aucune trace de bitume, mais une Nérinée du calcaire compacte en présente dans l'intérieur des tours de spire une notable quantité.

§ 48. — *Couleur, etc.* La couleur de l'asphalte est d'autant plus foncée que le bitume est plus abondant. Il n'est cependant pas exact de dire qu'il est d'un noir foncé, surtout si on le compare à la houille. La

crappe présente tous les degrés, du brun foncé au brun clair. Comme teinte générale, l'expression brun chocolat est parfaitement appropriée.

Je n'ai jamais observé, comme à Pymont-Seyssel, Chavaroche, etc., de remaniements, c'est-à-dire de morceaux d'asphalte engagés dans la roche blanche. Pareillement, il n'existe aucune trace de roche non bitumineuse dans l'asphalte du bon banc. En un mot, la roche est d'une homogénéité remarquable sur une étendue qui peut aller jusqu'à un kilomètre de longueur dans les galeries.

§ 49. — *Résumé.* Nous avons vu que l'asphalte du Val-de-Travers se présente, dans une seule assise, zone ou banc, de roche calcaire friable, d'épaisseur variable, tantôt pure, saccharoïde, tantôt imprégnée de bitume en proportions variant de 2 à 12 et même 15 %. Dans un rayon local restreint, on passe de l'une à l'autre de ces variétés par transitions graduelles, en sorte qu'il serait assez difficile de tracer des lignes de démarcation quelque peu exactes.

Les sédiments eux-mêmes sont de nature variée; des grains calcaires, des lames spathiques, des débris de fossiles triturés et broyés, et, par place, des coquilles de mollusques (Caprotines), accusent la formation simultanée de la roche bitumineuse aussi bien que de celle qui ne l'est pas, du bon banc, de la crappe et du calcaire blanc.

Tous ces faits s'expliquent facilement si l'on admet l'hypothèse de la formation des couches urgoniennes dans un bassin marin, habité par une faune d'animaux mollusques et rayonnés, doués d'une prodigieuse fécondité, capables de donner lieu, par décomposition des substances organiques, à la formation

d'une grande quantité de matières bitumineuses, lesquelles ont pu s'incorporer dans les sédiments marins de ce terrain. Je reviendrai du reste sur les divers phénomènes et le processus de cette bituminisation du banc d'asphalte. Il me reste d'ailleurs à parler des couches aptiennes qui sont aussi localement bitumineuses et même asphaltiques. Cette étude apportera un nouveau contingent de preuves en faveur de cette origine *organique animale* que j'ai affirmée dans la première partie de ce travail.

4. *Etude de l'Aptien bitumineux.*

§ 50. — *Aptien de la Presta.* Le faciès le plus anciennement connu de l'Aptien supérieur est celui qui se présente dans la tranchée à ciel ouvert de l'ancienne mine de la Presta. C'est un calcaire grossier, plus ou moins lumachellique, formé de débris de coquilles de tests d'oursins, de grains de calcaire et de glauconie cimentés peu fortement. Lorsque les couches ont été exposées à l'air pendant un certain temps, on voit apparaître d'une façon plus nette les fossiles, tels que : bryozoaires, radioles d'oursins, fragments d'huîtres, de brachiopodes, etc. Quelquefois ces débris manquent complètement.

En général, tous ces matériaux sont réunis par un ciment calcaire, mais il arrive aussi qu'il y ait en outre pénétration du bitume, tout comme dans le calcaire saccharoïde urgonien. La roche prend alors l'aspect de la crappe, c'est-à-dire qu'elle devient, à un faible degré, asphaltique. Nous verrons plus loin ¹

¹ § 54.

qu'elle rappelle singulièrement la roche exploitée autrefois à Saint-Aubin sous le nom d'asphalte, mais qui n'était que de la crappe.

L'*Aptien chlorifé*, comme j'appellerai désormais ce faciès particulier, paraît n'être pas disposé en couches continues et de même épaisseur, mais former plutôt des lentilles isolées et d'une étendue limitée, superposées aux marnes de l'*aptien inférieur*. Le fait est que dans les nombreux sondages opérés de 1868 à 1872, il n'a été rencontré aucune couche calcaire, mais seulement des marnes, diversement colorées, de la molasse d'abord, puis de l'*Aptien* ¹.

L'*Aptien chlorité* a été reconnu au Burele près de Couvet par le creusage d'un canal. J'en ai trouvé des fragments dans les champs au-dessous des Crosats et des Lacherelles. Le bitume paraît du reste très irrégulièrement réparti dans les couches, de telle sorte qu'il peut manquer tout à fait, comme c'est le cas à la gare de Planessert, sur la rive gauche.

§ 51. — *Aptien des Grands Champs*. A la nouvelle mine, le banc d'asphalte affleurant immédiatement au sol fut d'abord exploité en tranchée à ciel ouvert et les travaux mirent à nu une belle coupe de l'*Aptien*. On s'attendait à retrouver dans la partie supérieure de cette tranchée le calcaire chlorité, semblable à celui de la Presta. Il n'en fut rien; nous trouvons ici un faciès totalement différent et tel qu'on ne se douterait jamais de la proximité des deux gisements. La

¹ L'étude géologique des sondages n'a pas été faite, ce qui est certainement regrettable. On s'est borné à noter la couleur des matériaux ramenés par la sonde. Aussi pourrait-il se faire que les couches indiquées sous les noms de *marne noire* (odeur de bitume) et *marne verte* (odeur de bitume), fussent en réalité des roches dures, pulvérisées par la tarière de la sonde.

roche principale consiste en un calcaire dur, blanc-grisâtre ou jaunâtre, ou encore passant au vert clair, ensuite de l'abondance prodigieuse des grains de glauconie. En outre, cette roche passe, à certains niveaux, à une véritable lumachelle de grosses coquilles bivalves, *Astartes*, *Cyprines*, *Corbis*, *Gervilies*, etc., solidement empâtées dans la roche. Il en est de même des espèces plus petites, et en particulier des *Térébratules* et des *Rhynchonelles*, qui abondent dans certains blocs et constituent des espèces de colonies.

À côté des grosses coquilles dont le test est plus ou moins cristallisé, il s'en présente d'autres dont le test a été résorbé, de telle sorte que la place qu'il occupait reste vide, ou bien se trouve remplie partiellement par un bitume visqueux, quelquefois assez abondant pour pouvoir être enlevé avec la pointe d'un couteau. La quantité est du reste proportionnée à la grosseur de la coquille : ainsi, dans les Brachiopodes, elle suffit seulement à colorer en brun chocolat la roche de remplissage du test, qui n'est jamais résorbé.

Ce n'est, au reste, pas toujours le bitume qui remplit les vides, mais aussi une matière verte très claire, rappelant certains minéraux de cuivre. C'est une glauconie marneuse et non plus constituée par des grains verts.

Il est assez difficile d'apprécier l'épaisseur de cette assise, maintenant que les éboulis ont recouvert la tranche des couches; on peut toutefois l'évaluer à deux ou trois mètres.

§ 52. — *Résumé.* — Ainsi qu'on vient de le voir, la découverte du calcaire coquillier de la Presta corrobore et confirme de la façon la plus éclatante la théorie

de l'origine organique du bitume combiné avec le calcaire et que nous appelons l'asphalte.

L'étage aptien est donc asphaltique et bitumineux au Val-de-Travers (il ne l'est nulle part ailleurs, à ma connaissance du moins). Il est vrai que son extension géographique est considérablement moins grande que celle de l'Urgonien, qui, lui-même est en retrait sur le Néocomien moyen ou Hauterivien. Nous verrons dans la troisième partie que les circonstances physiques, la configuration géographique, n'avaient toutefois pas tellement changé, entre le dépôt des couches urgoniennes et celui des couches aptiennes, que la formation du bitume et de l'asphalte fût devenue impossible. Nous verrons aussi que, sur d'autres points, le bitume s'est de nouveau formé, dans un âge beaucoup plus récent, c'est-à-dire pendant la formation des couches tertiaires moyennes, que nous désignons sous le nom de molasse.

5. *Conclusions.*

§ 53. — Le rapide examen que je viens de faire des terrains du Val-de-Travers, dans leurs rapports avec l'asphalte, m'amène aux conclusions suivantes :

1^o Il n'existe dans le Val-de-Travers aucun indice d'épanchements de substances minérales qui puisse faire supposer une origine interne du bitume imprégnant le calcaire, que nous nommons asphalte ;

2^o Il n'existe également aucune trace de dépôts végétaux, houille, lignite, etc., susceptible d'être considérée comme ayant contribué à la formation du bitume ;

3° L'asphalte, en tant que matière minérale ou roche exploitable industriellement, ne peut et ne doit être recherché que dans les couches tout à fait supérieures du Néocomien, soit dans l'Urgonien supérieur;

4° L'asphalte doit être considéré comme un *faciès*, une manière d'être exceptionnelle de l'étage urgonien. Il en est de cette substance comme de la houille, qui ne constitue que des couches, d'épaisseur et d'étendue limitée, du terrain houiller ou carbonifère;

5° La présence, dans le calcaire aptien, d'un bitume de même nature que celui qui imprègne le calcaire urgonien, établit une présomption bien accusée d'une communauté d'origine des deux dépôts, ou en d'autres termes, implique l'action, à deux reprises, de phénomènes physico-chimiques pendant la période de formation des couches crétacées au Val-de-Travers;

6° L'affleurement de l'asphalte sur les deux versants de la vallée accuse une extension primitive bien plus grande de cette matière que ne le comporte l'état géographique actuel;

7° L'érosion et la destruction se sont exercées d'une façon beaucoup plus intense au versant nord, où le grès-vert a presque totalement disparu et où les lambeaux d'asphalte et de crappe du Bois-de-Croix et des Jottes constituent les seuls vestiges de l'existence de l'asphalte sur la rive gauche de la Reuse.

8° Il n'en a pas été de même sur la rive droite de la Reuse, où l'Urgonien s'est trouvé recouvert et protégé par les assises puissantes du grès-vert et de la molasse, sur une largeur moyenne de 5 à 600 mètres et sur une longueur de plusieurs kilomètres.

9^o L'existence bien constatée de la faille longitudinale, au versant sud du Val-de-Travers, fixe positivement la limite d'extension de l'Urgonien asphaltique, et réduit à néant toute présomption de réapparition des terrains dans l'ordre normal que comporte un soulèvement régulier.

10^o Enfin, il peut n'être pas sans intérêt de constater que jusqu'ici, au Val-de-Travers, l'asphalte n'a été reconnu qu'en une seule couche, et toujours à la partie supérieure de l'Urgonien. Il n'en est pas de même en ce qui concerne les divers gisements bitumineux et asphaltiques dont l'étude fera l'objet de la troisième section.

Troisième section.

L'asphalte dans le Jura et en Savoie.

1. GISEMENTS URGONIENS.

§ 54. — Nous avons vu dans notre aperçu historique que, pendant un certain temps, on a semblé croire que l'asphalte ne se trouvait que dans l'étage urgonien, ce qui n'est pas exact. Cependant, il est incontestable que c'est dans ce terrain que se présentent la plupart des gisements connus et exploités; dans le Jura central, il est dès lors naturel que, faisant abstraction de l'âge géologique, je fixe d'abord l'attention sur les dépôts de cet âge qui me sont actuellement connus. Nous ferons ainsi connaissance avec des faciès particuliers, qui manquent au Val-de-Travers, mais dont les caractères ne laissent pas

de mériter un intérêt tout particulier. Je procéderai par ordre géographique, du nord au sud d'abord, pour revenir ensuite vers le nord, en pénétrant dans les vallées du Rhône et de la Valserine, où ont été reconnus des gisements bitumineux ou asphaltiques.

§ 55. — *Auvernier, Bevaix*. Du Landeron, à Concise, l'Urgonien forme une zone presque ininterrompue au pied du Jura. Tantôt c'est le calcaire jaunâtre à échinodermes de l'étage inférieur qui s'observe dans les tranchées et les carrières, tantôt c'est l'étage supérieur, compacte ou saccharoïde. La présence du bitume a été signalée par M. Desor dans les couches de calcaire blanc compacte à la gare d'Auvernier. C'est le point le plus avancé vers le nord de l'Urgonien asphaltique.

A Bevaix, j'ai découvert, l'année dernière, des indices beaucoup plus importants de l'existence du bitume et même de la roche asphaltique, dans les calcaires blancs de l'Urgonien supérieur. La roche, exploitée dans une carrière au nord du village, présente un aspect caverneux et bréchiforme tout particulier; elle est criblée de trous et de perforations irrégulières qui lui donnent un aspect tufacé. Tandis que, dans son ensemble, le calcaire est dur et compacte, il devient, par places, terreux et plus ou moins coloré en brun par la présence du bitume; il suffit d'examiner d'un peu près ces vacuoles pour constater qu'elles représentent la partie intérieure de certains fossiles, tels que des caprotines et autres mollusques, ainsi que des polypiers. Chez ces derniers, la partie solide et calcaire a été dissoute, tout en laissant une empreinte très nette et déterminable des calices rayonnés, constituant les colonies d'individus aggro-

merés¹. Le faciès est donc assez semblable à celui que nous avons observé dans l'Aptien; seulement la roche est ici absolument blanche, dépourvue de grains glauconieux, en sorte que le bitume ressort nettement par sa couleur plus ou moins brune.

Ce n'est pas tout. A la partie inférieure de la carrière, la roche présente une disposition plus régulièrement stratifiée, en couches plongeant vers le lac; l'une des couches, moins caverneuse, plus homogène quoique tendre, n'est autre chose qu'un banc d'asphalte maigre, tout à fait semblable à la crappe du Val-de-Travers. D'abord peu puissante, elle augmente d'épaisseur en s'enfonçant sous le calcaire blanc, recouvert lui-même par les dépôts erratiques, en sorte qu'il ne peut être question, pour le moment, de reconnaître si, en profondeur, la crappe passe à l'asphalte de bonne qualité. Nous verrons plus loin que l'asphalte de la vallée du Rhône se présente dans des conditions assez semblables.

§ 56. — *Saint-Aubin*. L'asphalte de Saint-Aubin est connu dès longtemps. Le gisement a fait l'objet d'une concession et d'une exploitation temporaire de peu de durée. Je l'ai visité à diverses reprises, mais toujours j'ai constaté que la roche de bonne qualité fait défaut; ici encore on ne trouve que de la crappe en plusieurs couches, séparées par des bancs stériles.

Mais ce qui est particulièrement intéressant, c'est qu'ici le bitume imprègne l'Urgonien inférieur, le

¹ Les observations que je présente ici sont tout à fait récentes; malheureusement, la saison ne me permet pas de visiter et d'étudier ce gisement. Mais je suis persuadé qu'il nous réserve nombre de découvertes intéressantes.

calcaire jaune à échinodermes, et non comme partout ailleurs le calcaire à caprotines.

L'exploitation de Saint-Aubin portait sur trois couches de calcaire bitumineux, d'une richesse moyenne de 3 %. Leur épaisseur réunie était de deux à trois mètres. Au-dessous, venaient quelques couches sans asphalte, puis de nouveau une seconde et une troisième zone asphaltique, d'environ un mètre, avec une teneur en bitume de 0,75 % seulement.

Les couches supérieures, inclinées à peu près comme le sol, se retrouvaient sous le bâtiment de l'hôtel Pattus, ainsi que sur la grève du lac. Sur ce point, elles ont disparu par suite du dépôt de matériaux de remplissage.

§ 57. — *Le Mormont, Mont-Mouret* près Divonne, *Villeneuve* près Thoiry. De Saint-Aubin, il faut se transporter jusqu'au Mormont, près de La Sarraz, pour retrouver des indices de l'existence du bitume dans l'Urgonien. A mesure qu'on avance vers le sud, la structure de ce terrain devient de plus en plus compacte; le faciès saccharoïde disparaît déjà aux carrières de la Raisse, près de Concise, aussi n'est-ce point l'asphalte que nous pouvons nous attendre à rencontrer, mais bien le bitume pur, un *malthe*, en quantité peu considérable d'ailleurs. C'est sous cette forme qu'on l'a rencontré au milieu des bancs de calcaire massif qui constituent la colline du Mormont près de La Sarraz, sorte de promontoire avancé de bordure crétacique du Jura dans les puissants dépôts de la molasse.

Ce n'est pas positivement dans des fissures ou des crevasses, comme celles que remplit le terrain sidérolitique, qu'on découvre ce bitume, mais plutôt dans

des cavités ou poches tapissées de carbonate de chaux, en plein banc calcaire. Ici encore, le bitume a été emmagasiné, renfermé dans la roche au moment de sa formation, et n'a pu y pénétrer postérieurement. Il arrive même qu'au moment où on brise la roche, une partie du bitume plus liquide, semblable au pétrole, s'épanche à l'extérieur, en sorte qu'on ne peut recueillir que le résidu solide ¹.

Au sud de La Sarraz, l'Urgonien disparaît rapidement sous un épais manteau de glaciaire; ce n'est qu'au sud de Divonne qu'on voit reparaître les trois étages du Néocomien, formant un promontoire qu'on appelle le Mont-Mouret ou Mont-Mussy. M. H. Schardt m'annonce avoir découvert, dans une carrière, un banc de quelques mètres d'épaisseur de calcaire urgonien blanc saccharoïde, imprégné par places d'asphalte, en proportions assez faibles. Il y aurait là quelque chose d'analogue au gisement de Bevaix.

Plus au sud encore, la bande crétacée disparaît de nouveau, pour reparaître bientôt à Crozet, Villeneuve, Thoiry et Allemogne, où de grandes carrières sont ouvertes dans l'Urgonien compacte. Ici encore, M. Schardt me dit avoir découvert des crevasses remplies d'une argile verdâtre ainsi que d'un bitume visqueux très abondant, qui s'écoule en longues traînées lorsqu'on exploite la roche.

§ 58. — *Mussiège, Frangy*. La chaîne du Crédo, au sud du Fort l'Ecluse s'infléchit à l'est, et semble

¹ L'asphalte vrai a été exploité non loin du Mormont, d'après ce que je lis dans les *Actes de la Société helvétique des sciences naturelles*, 1829. « M. le professeur Gillieron a communiqué les observations qu'il a faites sur les couches de pierre à chaux, fortement inclinées du sud-est au nord-ouest, dans les environs de Goumœns, et sur l'asphalte qu'on y a exploité jadis.

vouloir relier le Jura aux Alpes de la Haute-Savoie par le chaînon du Vuache, lequel cependant disparaît sous la molasse aux environs de Frangy et de Mussiège, sur la rivière des Usses. Là encore, l'Urgonien est puissamment développé et, toujours d'après M. Schardt, on retrouve de l'asphalte. « C'est, me dit-il, d'abord un calcaire bréchiforme, puis poreux et injecté d'asphalte, qui se présente sur le sentier qui conduit de Malpas au village de Mussiège. Le prolongement de cette assise se remarque également sur le plateau de Mussiège, et on l'exploite sur plusieurs points au Pont des Douattes, au sud de ce village.

§ 59. — *Lovagny, Bourbonge, Chavaroche*. Les gorges du Fier, remarquables par leur caractère sauvage et pittoresque sont creusées au milieu d'un puissant massif de calcaire urgonien compacte, surmonté lui-même par les couches saccharoïdes blanches et friables. C'est dans cette assise que sont ouvertes, sur trois points, des exploitations d'asphalte. Il existe dans deux bancs de 4 à 5 mètres d'épaisseur, séparés par la roche blanche. L'étendue de ces bancs est très limitée, à peine une cinquantaine de mètres. L'asphalte, de qualité moyenne dans le milieu des bancs, passe peu à peu, en hauteur et en largeur, à la crappe très maigre, puis à la roche blanche. Lorsque j'ai visité les carrières l'année dernière, l'exploitation sur la rive droite du Fier, sous le village de Lovagny, était suspendue, probablement pour cause d'épuisement. Ce gisement est rendu très intéressant par le suintement du bitume sur les parois et au plafond des galeries. Celui-ci est constitué par un dépôt de graviers quaternaires qui se sont écroulés dans les

galeries, en sorte qu'on voit maintenant les matériaux cimentés et agglomérés par un dépôt de bitume pur très abondant.

§ 60. — *Pyrimont, Volant, Challonges*. Sous le nom de mines d'asphalte de Seyssel, on a désigné jusqu'ici divers gisements de la vallée du Rhône, à 6 kilomètres au sud de Seyssel, où se trouvent les usines pour la préparation du mastic d'asphalte. Je dirai rapidement quelques mots des gisements que j'ai eu l'occasion de visiter en 1872.

La mine de Pyrimont paraît être depuis longtemps épuisée. Elle était située au sommet d'une colline, sur la rive droite du Rhône. Il existait deux couches, dont l'une, superficielle, était exploitée en carrière et séparée de l'autre par une assise stérile, sans bitume. Ici encore, grande irrégularité dans le dosage, qui ne dépassait pas 8 %, ainsi que dans la nature de la roche, tantôt à grain fin, tantôt à gros grain cristallin.

Le gisement de Challonges, indiqué par M. Malo sous le nom de Volant-Perrette, est situé sur la rive gauche du Rhône, en face de Pyrimont, au flanc d'une paroi escarpée de l'Urgonien, d'une grande hauteur. Il m'a été dit que l'on comptait sept couches d'asphalte, superposées et séparées par le calcaire blanc sans bitume; mais à mon point de vue ce sont plutôt des lentilles de 50 à 100 mètres d'étendue, finissant en coin et s'emboitant les unes dans les autres.

Du reste, c'est toujours à peu près la même chose qu'à Pyrimont, Lovagny, Mussiège. Tout au plus peut-on admettre que, dans certaines galeries, le dosage du bitume atteint 10 %.

La couche supérieure présente aussi un certain intérêt, à cause de la pénétration du banc d'asphalte par des crevasses remplies de marne verte, que je considérais précédemment comme un détrit des molasses bitumineuses qui constituent le sommet de la colline. Il se pourrait après tout que ces marnes se rattachassent au terrain sidérolitique, car on les trouve associées aux bolus des crevasses sur divers points au Mont de Chamblon, au Mormont, etc.

Il n'est pas rare d'observer des traces de remaniements des roches pendant leur formation, c'est-à-dire des morceaux de calcaire blanc pur, intercalés dans l'asphalte, ou bien des fragments d'asphalte dans le calcaire blanc. Ce sont tout autant d'indices de changements répétés pendant la phase de formation de ces terrains.

§ 61. — *Bellegarde*. La vallée du Rhône à Bellegarde est remarquable par le développement et la puissance de l'Urgonien, qui se présente sous trois faciès distincts, savoir : à la partie supérieure le calcaire à Ptérocères, roux-jaunâtre, puis au-dessous, le calcaire gris dur, en deux assises, séparées par le calcaire blanc friable.

En 1872, sur le chemin qui conduit à la Perte du Rhône, j'ai constaté l'existence de nombreuses fissures dans le calcaire dur, remplies de bitume visqueux à une chaleur modérée, solide et cassant au froid. J'ai de même recueilli dans les calcaires blancs friables divers fossiles (Inocerames), dont le test, en partie résorbé et spathisé, était remplacé par du bitume, colorant la roche en brun chocolat, comme à Bevaix.

§ 62. — *Forrens près Chézery*. L'existence de l'asphalte a été signalée dans la vallée de la Valserine, au nord de Bellegarde, entre autres à Lelex, mais je n'ai pas d'indication sur ce gisement. En revanche, j'ai obtenu de M. H. Schardt divers renseignements sur celui de Chézery, qui se trouve un peu plus au sud, vers Bellegarde. On exploite là un calcaire crayeux friable assez puissant, mais inégalement imprégné de bitume. Certaines parties, d'une blancheur éclatante, en sont entièrement privées. On trouve aussi dans la roche bitumineuse des fragments plus compactes non imprégnés. Des fissures traversant la roche renferment parfois une argile verdâtre, qui accompagne souvent le sidérolitique, comme au Chamblon et au Mormont.

§ 63. — *Urgonien non asphaltique*. Je n'ai jusqu'ici recueilli aucun indice de la présence du bitume ou de l'asphalte dans l'Urgonien des vallées intérieures du Jura autres que le Val-de-Travers et la vallée du Rhône. Ce terrain est pourtant largement développé dans le Val d'Auberson, dans ceux de Nozeroy, de Mouthe et de Saint-Point. Il semble dès lors que les gisements bitumineux soient circonscrits au pourtour du chaînon oriental, où ils forment deux groupes, celui du nord avec les gisements du Val-de-Travers et de Saint-Aubin comme centres de formation, et celui du sud avec Pymont, Mussiège et Chavaroche. Je me borne pour le moment à signaler le fait, me proposant d'y revenir dans la troisième partie de ce travail.

On sait que l'Urgonien atteint une très grande puissance dans le grand massif des Alpes du Faucigny. M. Maillard, qui a étudié très soigneusement cette

région, me dit n'avoir découvert nulle trace quelconque de bitume. Même au Salève, où l'Urgonien forme le couronnement de la montagne, on n'a signalé jusqu'ici aucune trace de bitume ou d'asphalte.

§ 64. — *Résumé.* Si la manière d'être, le faciès général de l'asphalte urgonien au Val-de-Travers pouvait laisser quelques doutes sur les conditions d'origine et de formation de cette substance, il n'en est plus de même lorsqu'on tient compte des circonstances variées que présentent les gisements que je viens de signaler. Nous avons vu en effet que, de l'asphalte proprement dit, on passe aux calcaires sub-compactes, inégalement pénétrés par le bitume, puis absolument compactes, renfermant des cavités géodiques dans lesquelles le bitume se maintient absolument isolé de la roche encaissante. Il me paraît aussi impossible de concevoir la pénétration subséquente du bitume dans le calcaire caverneux de Bevaix que dans la roche compacte du Mormont, de Villeneuve, de Bellegarde, etc. Cette substance est contemporaine de la formation des couches; elle a été englobée, enfermée dans la roche en voie de formation, de façon à y rester indéfiniment, c'est-à-dire jusqu'au moment où, par une cause quelconque, il s'est produit une communication avec l'extérieur. C'est ce que nous montre avec la plus grande évidence le gisement de Lovagny, où, par suite de l'inégalité d'imprégnation de la roche, le bitume, dégagé des parois, tend à se déplacer, à constituer de nouveau des amas, purs de tout mélange avec des roches étrangères, fait qui ne peut se produire là où ce sont des calcaires poreux qui le retiennent dans l'état de

combinaison intime tel que celui de l'asphalte du Val-de-Travers.

2. GISEMENTS JURASSIQUES.

§ 65. — *Vallorbes*. La présence de l'asphalte aux Epoisats, sur la route de Vallorbes à la Vallée de Joux, est connue depuis la fin du siècle dernier. Un nommé Glardon exploitait cette substance pour la fabrication d'un ciment ou mastic qui jouissait d'une certaine réputation.

En 1872, une société entreprit le creusage de galeries et de puits, en vue de l'exploitation. Appelé à étudier le gisement, je reconnus bientôt les faits suivants :

L'asphalte proprement dit est une espèce de brèche de graviers calcaires, cimentés par le bitume, remplissant une fissure du calcaire oolitique inférieur. Cette fissure verticale, orientée sud-nord, correspond exactement à un axe de dislocation qui affecte tous les chaînons du Jura, au sud et au nord de Pontarlier. On pourrait, au premier abord, voir dans cette disposition une preuve de l'origine interne et profonde du bitume qui cimente la roche calcaire. J'ai pu me convaincre qu'il n'en est rien, en rencontrant, dans les galeries creusées à travers les couches verticales de calcaires marneux du Bathonien, des fissures remplies de bitume noir et luisant, visqueux, se ramollissant avec une faible élévation de la température. Les parois des fissures sont tapissées de cristaux de carbonate de chaux, mais ceux-ci, non plus que la roche, ne sont jamais pénétrés par le bitume. Il est pour moi incontestable que c'est latéralement que le

bitume, sortant de la roche calcaire à ciment, a envahi la fissure remplie de matériaux calcaires et en a cimenté les éléments. J'ajouterai que le filon ne présente qu'une étendue très restreinte, soit une longueur d'une centaine de mètres. Large de deux ou trois mètres à la surface, il disparaît en profondeur et ne présente aucune chance favorable d'exploitation.

§ 66. — *Noiraigue.* Dans les carrières ouvertes au Furcil, près de Noiraigue, au milieu de couches d'âge géologique semblable, c'est-à-dire bathoniennes, on retrouve également des filons croiseurs des couches, tapissés de carbonate de chaux et remplis de bitume, que la chaleur solaire fait suinter à l'extérieur en été. D'autres cavités, moins étendues, sans cristaux, laissent également écouler, au moment de l'exploitation, un bitume plus abondant et tout à fait semblable à celui de Vallorbes. Enfin, on trouve encore cette substance dans les fissures de grandes Ammonites.

§ 67. — *Autres gisements.* Dans une tranchée de la nouvelle route de la Brévine à Couvet j'ai observé des fissures du calcaire spongilien renfermant un bitume peu abondant, mais très liquide, presque pétrolifère. Ici encore, la roche est absolument impénétrable au bitume.

Il en est de même à deux ou trois kilomètres à l'est, au Chable, où la tradition indiquait une mine d'asphalte; j'y ai trouvé le bitume dans les mêmes conditions de gisement et les mêmes couches géologiques.

J'ai aussi trouvé de ce bitume dans le calcaire ptérocérien des Pargots, près des Brenets.

On a encore signalé la présence du bitume dans le calcaire compacte du Ptérocérien des carrières de So-leure.

3. GISEMENTS MOLASSIQUES.

§ 68. — *Mathod, Chavornay, Orbe.* Le terrain tertiaire du pied du Jura, à Saint-Blaise, à Boudry, ainsi que dans la zone qui s'étend de Concise vers le sud, jusqu'au Fort l'Ecluse, est un complexe de couches de marnes sableuses rouges ou violacées, de grès molassiques et enfin de calcaire lacustre, appartenant à l'étage Aquitanien. Ce calcaire lacustre, aussi appelé *calcaire fétide*, à cause de l'odeur qu'il répand au choc du marteau, est généralement désigné à tort sous le nom de *calcaire bitumineux*. Je dis à tort, car en réalité je n'y ai jamais observé de bitume, tandis que cette substance imprègne plus ou moins fortement certaines couches de molasse, en sorte que les gisements ont pu être confondus par divers auteurs avec les gisements asphaltiques.

Un examen tant soit peu sérieux permet de reconnaître que ce n'est point un bitume solide qui peut être extrait de cette molasse, mais bien une substance plus ou moins fluide, c'est-à-dire du pétrole. Les gisements connus à ce jour sont ceux de Mathod, Orbe, Chavornay, Dardagny, etc. Voici à ce sujet quelques notes :

Le gisement de Mathod, que je n'ai jamais eu l'occasion de visiter, est signalé en ces termes par M. S. Chavannes, dans le Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles :

« On retrouve la molasse rouge près de Mathod où l'on a exploité dans le temps une couche de grès bitumineux. »

En juillet 1872, je visitai le ravin du Talent, au sud de Chavornay, afin d'observer le gisement bitumineux signalé dès longtemps. Voici ce que j'observai :

La molasse imprégnée de bitume constitue un banc de 1 mètre d'épaisseur, horizontal, dans le lit de la rivière. Ce banc est intercalé dans le milieu d'une série de couches de molasse marneuse, rouge violacée. Le bitume est peu abondant, mais on conçoit facilement comment il se fait que, dans les jours chauds de l'été, il soit entraîné en gouttelettes par l'eau courante.

Je visitai également le gisement du Chalet, à l'ouest du ravin escarpé de l'Orbe. Là, le bitume imprègne une molasse moins homogène, traversée par des filons de marne bigarrée et par des couches de molasse plus dure; l'odeur de pétrole est très caractéristique.

§ 69. — *Dardagny, Satigny.* Les gisements bitumineux du canton de Genève ont été pendant quelques années, de 1872 à 1880, l'objet de recherches assez importantes, en vue d'une exploitation industrielle. Je les ai visités moi-même en 1872; à cette époque déjà, le gisement le plus ancien, indiqué dans la carte fédérale sous le nom de *Mine de goudron*, était abandonné et les travaux de recherches portés un peu plus au nord vers Roulevaz, petit ruisseau au nord de Dardagny. Dans un puits, récemment creusé, je constatai les grandes irrégularités d'imprégnation et l'extrême variété de nature de la molasse. Plus tard,

en 1880, les travaux ayant été poursuivis, mon ami M. Schardt eut l'occasion de les visiter et m'écrivait ce qui suit :

« Le banc de bitume lui-même est une molasse friable, micacée, composée de matériaux plus ou moins fins : elle est brune ou noire, suivant la quantité de bitume qu'elle renferme ; elle est grise et dure lorsqu'elle n'en renferme pas.

« La puissance du banc est de 18 mètres en moyenne ; il paraît imprégné de bitume dans toute son épaisseur, mais d'une manière très inégale, de telle sorte qu'on trouve, sur un espace de quelques mètres carrés, des places tellement riches que le bitume suinte de la roche à l'état semi-liquide, surtout lorsqu'elles sont exposées au soleil, tandis que quelques centimètres plus loin, la roche en est dépourvue. Cette molasse est suivie d'une série innombrable de couches marneuses, rouges, violacées, sans fossiles et sans bitume, lequel ne se trouve que dans le banc de 18 mètres. Ce n'est pas précisément de l'asphalte, mais plutôt une espèce de goudron, dont l'odeur est semblable à celle du pétrole brut, etc. »

§ 70. — *Volant-Perrette*. Le gisement asphaltique de Pymont (*montagne brûlante*), fut d'abord reconnu et concédé en vue de l'exploitation du bitume ou *graisse*, contenu dans la molasse verte, superposée au calcaire urgonien asphaltique. Pendant un certain temps, on exploita simultanément les deux assises, le bitume de distillation de la molasse servant à enrichir l'asphalte destiné à la fabrication du mastic. Depuis une trentaine d'années on a renoncé à l'exploitation du bitume molassique.

J'ai visité en 1872 le gisement de Volant-Perrette sur la rive gauche du Rhône. La molasse bitumineuse est immédiatement superposée à l'Urgonien. Les couches, de nature et d'épaisseur variées, passent du grès fin et homogène au grès grossier et au conglomérat bréchiforme. La stratification est très irrégulière, les couches finissent en coin, comme dans les dépôts diluviens et quaternaires. Le bitume se présente dans les couches tendres, marno-sableuses, aussi bien que dans les poudingues. Ceux-ci sont formés d'éléments calcaires qui, quoique enveloppés de bitume noir, très abondant, ne sont absolument pas pénétrés et restent parfaitement blancs. La roche présente, du reste, la plus singulière ressemblance avec l'asphalte du terrain jurassique inférieur des Epoisats, près Vallorbes.

J'ai recueilli dans la molasse sableuse des moules intérieurs de mollusques bivalves, probablement des *Unios*, imprégnés de bitume.

§ 71. — *Vallée de la Valserine*. Le grès bitumineux a été retrouvé par M. Schardt au nord de Pyrimont, dans le vallon ou combe de la Mantière au pied occidental du Grand-Crédo. Là encore, c'est une molasse imprégnée de bitume, semblable à celle de Dardagny, et qui paraît avoir aussi donné lieu à des tentatives d'exploitation.

§ 72. — *Le bitume et le pétrole à Lobsann et Pechelbronn*. La molasse bitumineuse n'étant plus exploitée dans les localités dont je viens de parler, il s'ensuit que nos données sur la manière d'être du bitume dans les couches sont très incomplètes. Il n'en est pas de même à Lobsann et Pechelbronn, dans le Bas-Rhin, où l'exploitation a permis à M. Daubrée de

reconnaître nombre de faits intéressants que je vais résumer ici ¹.

A Pechelbronn, le pétrole se présente dans des sables et grès bitumineux de même nature et de même âge que ceux que je viens de signaler. Les *amas* bitumineux appelés *veines*, ont de 0^m,80 à 2^m; vers les bords, leur épaisseur diminue de façon à ce que la section de l'un de ces amas est lenticulaire. L'eau d'une source amène à la surface un bitume vierge, plus fluide que celui que l'on extrait du sable par distillation. Certaines veines de sable exhalent de l'hydrogène protocarboné avec une abondance capable de produire des inflammations dans les travaux.

A Lobsann, on a aussi exploité le sable bitumineux, mais il renfermait rarement au-delà de 4 % de bitume. Celui-ci s'éloigne beaucoup plus de l'état fluide que celui de Pechelbronn et appartient à la variété qu'on appelle *malthe*.

Le bitume existe aussi et est exploité dans des bancs de calcaire d'eau douce saccharoïde, subordonnés à de minces couches de lignite. La proportion du bitume mêlé au calcaire s'élève à 10, 12 et même jusqu'à 18 %. C'est, en un mot, de l'asphalte.

Le mode d'imprégnation du calcaire et du sable diffère considérablement. Il n'est pas possible, même à l'eau bouillante, d'extraire le bitume du calcaire. Ces couches renferment assez abondamment des fossiles, coquilles terrestres, planorbes, paludines, empreintes de feuilles, lignite, succin.

¹ *Mémoire sur le gisement du bitume, du lignite et du sel dans le terrain tertiaire aux environs de Pechelbronn et de Lobsann.* Paris, 1850. Depuis quelques années, des sondages ont fait jaillir le pétrole à la manière des puits de la Pennsylvanie. Certains puits fournissent par jour jusqu'à 1000 litres et plus.

Des couches de sable bitumineux se retrouvent aussi dans le Haut-Rhin, près de Hirtzbach, dans le terrain tertiaire.

A Soultz-sous-Forêts, de l'eau salée sort des couches mêmes qui contiennent le sable bitumineux. Tout porte à croire que ces eaux empruntent leur salure aux couches tertiaires.

Ainsi qu'on le voit, ici encore il y a une grande différence dans le mode d'imprégnation et la nature du bitume, suivant qu'on l'observe dans le grès sableux ou dans le calcaire.

Quatrième section.

Origine et mode de formation de l'asphalte.

1. LES THÉORIES.

§ 73. — Je crois avoir, dans les pages qui précèdent, suffisamment établi l'origine et la formation simultanée du bitume, de l'asphalte et des roches ou terrains dans lesquels on rencontre ces substances.

Que, de plus, cette origine soit organique, c'est ce que ne songent plus à contester que des physiciens ou des chimistes plus versés dans la connaissance des formules que dans celle de la géologie et de la pétrographie; aussi n'entrerais-je pas en discussion avec ces auteurs, partisans déterminés des théories plutôt que de l'observation des faits¹.

A côté de ceux-là, il en est qui disent: oui, nous admettons l'origine organique du bitume, de l'asphalte,

¹ Voir Mendeleef, *Revue scientifique* 1877.

mais, ne voyant pas les résidus solides de ces substances, nous devons supposer qu'ils existent, mais qu'ils sont ensevelis dans les profondeurs du globe. Soumises à une haute température et à une pression énorme, les matières végétales subissent une sorte de distillation. Voici, au reste, en quels termes s'exprime à ce sujet M. Léon Malo, ingénieur des mines :

« Il est permis de supposer, d'après les indices révélés par l'étude des régions bitumineuses, qu'à des époques géologiques encore mal déterminées, des amas de matières organiques, enfoncées sous les énormes massifs du calcaire jurassique et chauffées par le feu central, se sont mis en vapeur, et, à cet état, ont cherché une issue à travers l'écorce terrestre. Un jour, un craquement se produit dans cette écorce, une fissure se manifeste ; les vapeurs bitumineuses comprimées par des pressions incalculables s'y précipitent par le chemin qui leur est ouvert. Ces vapeurs franchissent ainsi les couches trop compactes pour se laisser pénétrer ; mais arrivées au terrain oolitique, elles rencontrent à droite et à gauche de la fissure des couches de calcaire tendre qu'elles imprègnent. Tant que la pression persiste, le bitume chemine à travers les pores du calcaire et en remplit les cavités infinitésimales, puis, peu à peu, cette pression diminue, l'imprégnation se ralentit et finit par cesser tout à fait ¹. »

Dans cet article, reproduction presque textuelle de son travail de 1866, M. Malo semble être fixé sur plusieurs points obscurs qui l'arrêtaient autrefois ². « Dans

¹ *La Nature*, 1881, 1^{er} semestre, p. 150.

² *Guide pratique*, etc., Paris 1866.

quelles circonstances le phénomène a-t-il eu lieu? Par quels orifices la vapeur s'est-elle échappée? Comment se fait-il qu'elle ait imprégnée des bancs intermédiaires, sans toucher aux supérieurs, ni aux inférieurs? etc., etc. »

Mais il ne nous dit pas quelles solutions sont intervenues, qui lui permettent de présenter sa théorie comme la plus rapprochée de la vérité.

§ 74. Ce fait est d'autant plus surprenant que, dans l'intervalle qui sépare les deux publications que je viens de citer, le professeur Fraas, de Stuttgart, avait fait connaître, non pas une théorie nouvelle, mais l'énoncé de ses observations sur la mer Rouge, la mer Morte, etc., et dont je crois devoir reproduire ici les principaux passages ¹. Voici d'abord ce qui a trait à la formation *actuelle* du bitume :

« Les sources de pétrole se lient intimément à la structure du grand récif de coraux qui borde la mer Rouge. On recueille le pétrole dans des creux percés dans le banc de corail à quelques pas seulement du rivage. On voit s'accumuler à la surface de ces trous un liquide gras et irisant, atteignant l'épaisseur de plusieurs pouces.

« Il ne m'est jamais venu à l'idée d'attribuer à ces huiles une autre origine que la décomposition des corps gras contenus dans la lagune. Il n'y a rien là que de très naturel, attendu que ces lagunes sont de véritables viviers dont le fond pullule d'animaux, si

¹ Ces deux communications ont paru dans le Bulletin de notre Société, vol. VIII, p. 40 et 58. Je crois cependant nécessaire de les reproduire, au moins en partie, envisageant leur rapprochement de cette étude comme nécessaire et même indispensable.

bien que l'œil ne peut s'arrêter sur un point sans apercevoir les mouvements et les contractions de la vie. On conçoit aussi que, dans ces eaux tièdes et peu profondes, la décomposition soit très active et qu'une partie seulement des gaz dégagés par la putréfaction parvienne à s'échapper, tandis que le reste se condense pour former des carbures d'hydrogène qui filtrent dans les interstices du récif probablement pour y subir, à l'intérieur de ce calcaire poreux, une condensation ultérieure. En ma qualité de géologue, j'en conclus qu'une transformation analogue de substances animales a dû se faire de la même manière dans les temps géologiques. Je ne m'explique en effet pas autrement les amas de bitume qui sont emmagasinés tout le long des côtes de la mer Rouge, dans le tertiaire d'Égypte et dans la formation crayeuse de la Palestine. »

Voici maintenant les observations de M. Fraas sur l'existence du bitume dans les coquilles fossiles de divers terrains :

« En Égypte, j'ai trouvé à répétitions le bitume dans le groupe inférieur de l'étage suessonien avec le *Nummulite planulata*. J'ai même détaché et emporté de l'un des bancs des échantillons pétris de nombreuses Cardites, Natices, Nérites, etc., dont les cavités intérieures sont remplies d'un asphalte noir et luisant qui, par sa composition chimique, est tout à fait identique à celui de la mer Morte. Le banc qui renferme ces fossiles repose sur des assises d'un calcaire dur parfaitement blanc, sans bitume, mais en même temps pauvre en fossiles, tandis que les bancs bitumineux ne sont pour ainsi dire composés que de

pétrifications. La manière uniforme dont les bancs de calcaire sont pénétrés par le bitume ne permet pas de douter que la roche ne soit contemporaine des huiles minérales.

« Si l'on me demande pourquoi il n'existe pas de bitume dans toutes les couches où les débris fossiles sont abondants, je dirai que, avant tout, il ne faut pas perdre de vue que la plus grande partie de ces résidus animaux est de nouveau absorbée par d'autres êtres et contribue ainsi à leur édification. Rappelons-nous que les animaux des deux embranchements inférieurs du règne animal et une bonne partie des radiaires ne vivent qu'aux dépens de la matière organique répandue dans la mer. Dès lors *ce ne serait en quelque sorte que l'excédant de ces matières qui, lorsqu'il se trouve exposé à la chaleur solaire sur un point abrité de la lagune, aurait chance de se transformer en hydrogène carboné.*

« Revenant aux pétroles et aux asphaltes de la mer Morte, je dois ajouter qu'ils sont souvent abondants dans les couches à Baculites de la craie moyenne ou chloriteuse, où on les trouve tantôt sous forme de bancs, tantôt sous celle d'amas. Le bitume s'échappe de la tranche de ces couches qui forment l'enceinte de la mer Morte, pour s'amasser sur le rivage.

« On le voit, en Orient le pétrole est tout aussi ubiquiste que chez nous, puisque celui de la mer Morte appartient à la formation crétacée, celui de Mokkatam à la formation éocène, celui de la mer Rouge aux formations quaternaires et enfin celui du Djibel Zeit à l'époque actuelle. »

§ 75. — Les remarquables observations de M. Fraas pourraient laisser croire que, seuls, les organismes

animaux sont susceptibles de donner lieu à la formation des bitumes et des pétroles, ce qui n'est nullement le cas. Nous devons en effet à l'un de nos compatriotes et anciens collègues, M. Léo Lesquereux, domicilié aux Etats-Unis depuis 1848 des révélations non moins importantes sur la transformation des végétaux marins en bitume liquide ou pétrole. Voici comment il s'exprime dans une lettre communiquée à notre Société dans sa séance du 25 janvier 1865¹.

« Dans mes recherches sur les marais tourbeux, j'ai été amené à m'enquérir de l'influence que les plantes marines pouvaient avoir eue, ou avoir encore maintenant, sur la formation de la matière combustible. J'ai donc cherché des tourbes marines, c'est-à-dire formées de plantes marines, sur les bords de la mer Baltique et de la mer du Nord, là où leur présence était indiquée. Il m'a été impossible de découvrir dans aucun cas des traces de plantes marines dans les dépôts tourbeux. J'ai vu, au contraire, là où étaient entassés de grands amas de fucus, comme près de Lund, en Scanie, ces plantes se transformer à la base des dépôts et par décomposition, en une matière noirâtre, gluante, sans consistance, semblable à quelque matière ou composition huileuse et fétide, ne faisant pas lits, mais paraissant s'incorporer avec le sable qu'elles recouvraient et ne laissant aucune trace de leur organisation. Le même phénomène s'observe dans les grands marais qui bordent quelques parties de la Sardaigne et que les hautes mers recouvrent de fucus. Ces plantes se décompo-

¹ Pour les mêmes raisons que je viens d'indiquer, je crois devoir reproduire également les principaux passages de la note de Léo Lesquereux.

sent en une espèce de gélatine fétide qui, à marée montante, couvre l'eau d'une couche semblable à une couche huileuse et ne laissent également aucune trace d'organisation après leur décomposition. »

Partant de ces données, M. Lesquereux estime, *à priori*, que le pétrole est dû essentiellement à la décomposition des plantes non ligneuses et non fibreuses, telles que le sont les plantes marines, comme la houille est due à la décomposition de plantes ligneuses et, par conséquent, plus ou moins fibreuses. La houille serait ainsi réellement un charbon de bois, les huiles minérales un charbon de plantes cellulaires.

§ 76. — De ce qui précède, ne sommes-nous pas en droit de conclure :

1^o Que les substances bitumineuses liquides ou fluides, telles que le pétrole, sont les produits de végétaux marins, algues, varechs des mers actuelles, fucoides des terrains stratifiés¹.

2^o Que les bitumes visqueux ou solides à la température ordinaire dérivent des animaux marins mollusques et rayonnés, et, sans doute aussi de poissons, etc.

3^o Que certains bitumes ou pétroles mixtes peuvent avoir été formés par la décomposition simultanée

¹ Cette origine ou provenance marine du pétrole est affirmée en ces termes par Cahours dans la Revue scientifique, t. V, 1868.

« En 1863 et 1864, nous entreprîmes, Pelouze et moi, des recherches sur le pétrole d'Amérique, que nous résumâmes dans un long mémoire inséré dans les Annales de chimie et de physique. Nous avons établi dans ce travail que ces produits renferment une série d'hydrocarbures, homologues du gaz des marais, que nous parvîmes à isoler à l'état de pureté et dont quelques-uns furent étudiés par nous avec beaucoup de succès.

des animaux et des végétaux marins; tel serait le cas des bitumes molassiques signalés dans les § 69 à 73.

§ 77. — Les théories, appuyées de démonstrations si évidentes de MM. Fraas et Lesquereux, n'ont été, à ma connaissance, l'objet d'aucune contestation; mais, ainsi que je l'ai dit déjà, aucun auteur ne paraît avoir songé à en faire l'application. Coquand, à qui l'on doit de remarquables études sur les gîtes bituminifères de l'Albanie, de Zante, de la Valachie, de la Moldavie, des Carpathes, ignore absolument les auteurs que nous venons de citer et maintient la théorie des émissions souterraines. Il en est de même de M. Lartet, à qui l'on doit une remarquable étude sur les gîtes bitumineux de la Judée et de la mer Morte, de M. Daubrée, dont à la vérité le *Mémoire sur le gisement de bitume, etc., des environs de Pechelbronn*, date d'une époque antérieure (1850). Seul, M. Dieulafait, professeur à la faculté des sciences de Marseille, est arrivé à des conclusions absolument semblables à celles de Fraas. Aussi crois-je devoir lui consacrer encore un moment d'attention. Voici comment il s'exprime au sujet de minerais de cuivre du Mansfeld :

« Le minerai exploité depuis un temps considérable se présente dans les conditions suivantes : 1^o la couche de minerai n'a que quelques centimètres d'épaisseur ; 2^o elle s'étend sur une énorme surface ; 3^o elle est parfaitement parallèle aux couches encaissantes ; 4^o le minerai cuivreux est très fortement imprégné de bitume ; 5^o de très nombreux poissons sont engagés dans le minerai bitumineux ; 6^o plus les

poissons sont nombreux, plus le minerai cuivreux est riche et abondant. »

L'auteur établit ensuite que le cuivre dissous dans les eaux de la lagune au sein de laquelle se formaient les dépôts, s'est séparé parce qu'il se trouvait en présence de sulfures solubles provenant de la décomposition des poissons.

« Quand, dit-il, par quelque accident insignifiant, les lagunes du Mansfeld se retrouvaient accidentellement remises en communication avec la mer normale, des poissons entraient dans ces lagunes et y périssaient promptement, grâce à la sursaturation de l'eau, due à l'évaporation. De plus, cette eau ainsi saturée les conservait, au moins relativement. Voilà pourquoi les poissons du Mansfeld sont bien mieux conservés qu'ailleurs, voilà pourquoi ils sont dans une couche de bitume ; ce bitume n'est pas autre chose que le produit de la décomposition lente des poissons eux-mêmes. Voilà pourquoi la couche métallifère du Mansfeld est à la fois si mince et si régulière. Loin donc que le cuivre soit, comme on l'a dit, la cause qui ait fait périr les poissons, ce sont au contraire les poissons morts qui ont déterminé la précipitation du cuivre. »

Ce processus de la formation du bitume par décomposition des poissons (et conséquemment des animaux marins) est d'ailleurs établi avec beaucoup d'autorité par le même savant dans sa conférence sur l'origine des substances minérales salines. M. Dieu-fait se proposait d'aborder dans un troisième travail l'origine du bitume, et il m'avait même fait part de son projet de visiter à ce sujet les mines d'asphalte

du Val-de-Travers. Sa mort, survenue peu de temps après notre entrevue, devait empêcher la réalisation de ce projet.

§ 78. — *Conclusions.* — Nous avons vu que tous les gisements bitumineux du Jura central présentent entre eux des caractères de ressemblance tels que la théorie d'origine, applicable à l'un, l'est aussi à d'autres, sinon à tous. En particulier, rien absolument ne nous porte à admettre l'origine hydrothermale, profonde ou ignée de l'un des gisements dont nous avons parlé. La formation du bitume, sa pénétration dans les couches, sont contemporaines de celles-ci. Il n'y a pas de formation bitumineuse limitée à une couche particulière. Le processus bitumineux est simultané à celui des roches non bitumineuses. Toutefois nous constatons un maximum de production pendant la phase du dépôt des couches de l'Urgonien supérieur.

Nous avons vu encore que divers gisements, la Presta, Travers, Bevaix fournissent la preuve indiscutable de l'origine animale du bitume, que la manière d'être, le dosage de cette substance, dans la molasse, accusent plutôt une origine végétale et des circonstances de formation un peu différentes de celle de l'asphalte de l'Urgonien et de l'Aptien. Recherchant ensuite dans quelles conditions les substances organiques et les matières minérales se sont formées, nous avons vu que les bancs de calcaire crayeux ou compactes, de l'Urgonien en particulier, se sont déposés dans un bassin marin formant plutôt des golfes et des anses qu'une mer étendue et profonde. La faune, composée de mollusques, de brachiopodes, de rayonnés, surtout d'échinides, est la même dans

les dépôts caractérisés par la présence des bitumes, comme dans ceux qui n'en présentent aucune trace. La nature des roches est non moins identique partout, il y a passage graduel de l'asphalte à la roche non bitumineuse, dans le sens latéral d'abord, puis aussi en hauteur et en profondeur.

Les substances minérales telles que la calcite, la glauconie, qui sont par elles-mêmes impénétrables au bitume, se trouvent dans la roche asphaltique absolument dans les mêmes conditions que dans les terrains correspondants.

2. CAUSES DE LA TRANSFORMATION DES ANIMAUX EN BITUME ET EN ASPHALTE¹.

§ 79. — Les principales influences qui ont pu intervenir dans le métamorphisme des animaux sont *le temps, la chaleur, la nature des organismes, la sur-saturation*, etc. J'examinerai quelle a pu être la part de chacune de ces influences dans la région dont j'ai entrepris l'étude.

Temps. — La théorie, si longtemps soutenue, des extinctions totales et des apparitions simultanées des faunes géologiques, a fait son temps, aussi bien que celle qui voulait établir des limites absolues et générales entre les étages. Le nombre de ceux-ci est devenu tellement considérable, et l'on est si peu d'accord sur ceux qu'il convient d'admettre, que bien peu de géologues osent encore entreprendre la défense du système des classifications absolues.

¹ Afin de ne pas compliquer cette section, je m'abstiens de parler du bitume ou pétrole molassique.

En ce qui concerne le temps ou la durée des phénomènes qui ont métamorphosé les animaux en bitume, il ne peut non plus être question de concevoir l'action de phénomènes soudains, d'une durée limitée, pas plus que d'une durée illimitée. La formation du bitume paraît avoir commencé à St-Aubin déjà pendant le dépôt des couches de l'Urgonien inférieur, caractérisé par sa faunule d'Echinodermes et de Brachiopodes. Elle a eu son maximum de développement ensuite d'une modification importante dans la faune, devenue très pauvre en espèces, mais prodigieusement riche en individus de la classe des mollusques acéphales que nous appelons les Caprotines. Le chiffre de siècles que l'on admettra pour cette formation sera aussi celui qui, plus ou moins, s'appliquera à l'accumulation du bitume dans le calcaire saccharoïde de Travers, de Lovagny, de Pyrimont, etc. Je me hâte de dire que fixer un chiffre quelconque serait parfaitement oiseux. Il suffit que nous soyons d'accord pour écarter toute idée d'une phase particulière de bituminisation.

Le processus de formation du bitume, au Val-de-Travers du moins, a subi un temps d'arrêt pendant le dépôt des couches de l'Aptien inférieur, puis, les circonstances physiques redevenant favorables, il s'est de nouveau manifesté, et nous avons eu, grâce à ce fait, la formation asphaltique de l'Aptien supérieur de la Presta.

Cette question de temps peut être évoquée aussi à un autre point de vue, à savoir le temps nécessaire à la décomposition d'un mollusque, tel que par exemple une Caprotine. A ce sujet, je reproduis ici une note intéressante de M. H. de Saussure¹.

¹ Actes de la Soc. helv. des sc. nat. Ensiedeln, 1868.

« M. H. de Saussure donne une idée du mode de formation de l'asphalte sur les côtes de Cuba. Il se forme sur la vase de petits pâtés dont la croûte est de la vase endurcie et le dedans de l'asphalte (ou du bitume ?). Ces petits pâtés sont souvent fort nombreux et se touchent presque. Or, quand on creuse dessous, on trouve régulièrement sous chacun un animal en voie de décomposition ou une coquille déjà vide de murex, de strombe, d'écrevisse, etc. On peut donc présumer qu'à la longue ces petits pâtés d'asphalte forment une couche et un dépôt. »

§ 80. — *Chaleur*. « C'est à la chaleur que l'on a ordinairement recours pour expliquer la transformation des végétaux en houille », dit M. Fayol¹, mais cet auteur n'a pas de peine à démontrer qu'on a singulièrement exagéré les appréciations sur la température et le climat houiller. En ce qui concerne l'asphalte, on pouvait être aussi, au premier abord, tenté d'admettre l'intervention des facteurs caloriques dans la transformation des animaux en bitume. Mais du moment où nous trouvons à côté d'une coquille renfermant du bitume une autre coquille du même genre qui n'en renferme aucune trace, il me paraît impossible d'admettre la moindre élévation de température comme facteur du métamorphisme organique.

Le climat chaud de l'époque néocomienne a certainement exercé une influence favorable sur la transformation des animaux en bitume. Nous avons vu que, dans la mer Rouge, la température élevée, tout en favorisant le développement de la vie organique, exerce une action comparable à la distillation sur les

¹ Etude sur le bassin houiller de Commentry, p. 171.

animaux de ce *vivier marin*, et il est peu probable que, dans la mer Baltique on découvre jamais rien de semblable, tandis que les végétaux marins peuvent s'y transformer en pétrole.

En résumé, l'influence d'une température élevée sur la transformation des organismes en bitume est nulle ou à peu près. Elle ne saurait être invoquée comme facteur en ce qui concerne la formation de l'asphalte au Val-de-Travers et dans le Jura.

§ 81. — *Nature*. Par nature, j'entends parler des espèces animales qui, les unes plus que les autres, auraient pu contribuer à former l'asphalte. Nous avons vu que M. l'ingénieur Knab s'était livré à des calculs basés sur les vertus prolifiques des Caprotines considérées comme des sortes d'huîtres, et dont les coquilles sont si abondantes dans certains gisements. Mais précisément l'asphalte riche, le *bon banc* de Travers n'en renferme pas de traces; rien ne prouve que les grains calcaires ou les petits cristaux de calcite proviennent de la trituration de ces coquilles. Ce qui est en tout cas certain, c'est que la décomposition, tant du test que de l'animal, ne s'est pas opérée sur place, mais dans toute l'étendue du bassin marin. Les substances bitumineuses, isolées des animaux dont elles provenaient, se sont réunies et ont flotté à la surface de l'eau, jusqu'à ce qu'elles aient rencontré des circonstances favorables à leur précipitation et à leur mélange avec les matières calcaires.

Que les Caprotines aient fourni le principal, ou même l'unique contingent de matière organique de l'asphalte urgonien, il n'y a rien là que de très plausible, mais la découverte des mollusques aptiens bituminisés, des polypiers et mollusques divers de Bevaix,

montre qu'il n'y a pas eu, pour ces rudistes, une faveur spéciale de métamorphisme.

Ici se pose la question de savoir si nous sommes en droit de considérer le bitume des cavités et fissures de l'Urgonien compacte comme provenant aussi de la décomposition des animaux. On a dit que l'eau était incapable de dissoudre le bitume, que dès lors la précipitation de celui-ci au milieu des dépôts sédimentaires était impossible. Mais il faut observer que cette dissolution n'est pas nécessaire, qu'à une certaine température le bitume solide devient fluide, sinon liquide ; il flotte, il nage à la surface de l'eau, formant couche s'il est abondant, ou seulement des amas lenticulaires à la façon des corps gras. Rien de plus facile à concevoir que l'ensevelissement de ces amas dans les vides de la roche en voie de formation, quelle que soit son homogénéité. La seule différence qu'il présente avec celui des mollusques bituminisés, c'est qu'il n'a pas été formé *in situ*, mais qu'il a dû se déplacer plus ou moins longtemps avant de trouver les conditions favorables à sa fixation définitive.

§ 82. — *Evaporation et sursaturation de l'eau.*
C'est à ce double phénomène que nous pouvons attribuer la principale cause de la bituminisation des animaux marins. Les belles observations et découvertes de M. Dieulafait ne peuvent, ce me semble, laisser de doutes. Lorsque, par suite de causes naturelles ou accidentelles, les substances organiques sont accumulées sur un espace restreint, il y a surabondance des produits de décomposition, sursaturation du liquide par ces derniers qui, n'étant plus absorbés par les organismes vivants, se combinent entre eux pour former précisément ces carbures d'hydrogène que nous

appelons le bitume, le pétrole, etc. Il y aurait, me semble-t-il, un vaste champ d'observations à faire sur les phénomènes qui se produisent lorsque, dans un bassin marin, qui vient à être isolé plus ou moins brusquement de l'Océan, les animaux, poissons, mollusques, rayonnés, périssent et s'accumulent sur le fond. Evidemment il se forme un laboratoire chimique de nature toute spéciale. Le processus de décomposition est tout autre que dans les cas de décomposition ordinaire. Des masses énormes de gaz ne pouvant se dégager au fur et à mesure de leur production, se combinent avec les éléments minéraux et peuvent, soit remonter vers la surface, soit rester ensevelis dans les couches en voie de formation. Dans le premier cas, nous avons les bitumes flottants, dans le second cas les mollusques bituminisés.

Aussi, les observations de M. Fraas sur la mer Rouge, si importantes qu'elles soient, ne nous font entrevoir qu'une partie des phénomènes qui nous intéressent. Avec lui, nous commençons à concevoir les phénomènes, mais nous aurions de la peine à expliquer les grandes accumulations, sur un espace restreint, des gisements asphaltiques du Val-de-Travers.

A ce propos, il convient de dire que je ne crois pas cette théorie immédiatement applicable à la mer Morte. Des observations recueillies par M. Lartet, il me paraît résulter que la quantité extraordinaire de bitume qui existe dans ce bassin résulte des suintements, des transsudations des roches bitumineuses, crétacées ou tertiaires qui l'entourent, bien plutôt que de la décomposition des organismes quaternaires et modernes. C'est, si on veut me permettre cette expression, une *origine seconde*, qui explique com-

ment M. Lartet a pu se laisser entraîner à soutenir la théorie volcanique à propos du bitume de la mer Morte. En réalité, cette contrée est depuis les temps géologiques déjà anciens un *centre de formation du bitume*. L'énorme abaissement de 300 mètres de l'eau de ce bassin a fait surgir de véritables sources de bitume, qui se sont déversées dans la déclivité qui s'offrait à eux, tout comme on signale maintenant dans certaines contrées des sources naturelles de pétrole qui, si elles ne sont pas exploitées, peuvent donner lieu à la formation de dépôts auxquels on attribuerait une origine récente et souterraine. Je ne m'étendrai pas sur ce sujet, me proposant d'y revenir prochainement et de parler des bitumes et pétroles de Lobsann et de Pechelbronn, des asphaltes du Hanovre, etc.

§ 83. — *Conclusion*. L'hypothèse de l'origine organique de l'asphalte est appuyée par tous les faits que nous avons réunis dans les paragraphes précédents. Aucune autre explication ne peut être donnée de ces faits qui puisse conduire à des conclusions opposées.

En d'autres termes, tout peut se concevoir dans l'hypothèse de l'accumulation de sédiments minéraux ordinaires, sans traces organiques, simultanément avec la précipitation des mêmes matières minérales associées aux produits de décomposition de la partie organique des animaux. Tout devient obscur, inexplicable dans l'hypothèse de la pénétration postérieure du bitume dans les couches, qu'elle ait lieu de haut en bas ou de bas en haut ; tout devient clair, accessible à notre intelligence dès que nous admettons l'origine simultanée du terrain et des substances bitumineuses qu'il renferme.

TROISIÈME PARTIE

Histoire géologique de l'asphalte.

1. *Époque jurassique.*

§ 84. — Le Jura, actuellement chaîne de montagnes, fut autrefois le fond de la mer. Cette mer, semée de terres peu élevées, d'îles et d'ilots, était le réceptacle de matières minérales arrachées à la surface des terres fermes, transportées et précipitées par les courants. Parmi les substances ainsi déposées, il en est une, le carbonate de chaux, dont la prodigieuse abondance a dès longtemps provoqué l'attention. Il a été émis au sujet de son origine diverses théories, parmi lesquelles je rappellerai celle de M. A. Vézian, qui évoque des phénomènes hydro-thermaux, c'est-à-dire que le carbonate de chaux aurait été amené des profondeurs du globe par des sources sous-marines, portées à une haute température. Il me paraît inutile de les discuter ou de les combattre ici ; les sondages et les dragages dans les profondeurs de l'Atlantique nous ont révélé nombre de faits plus probants, accusant une sédimentation calcaire capable de former des dépôts d'une puissance énorme, à en juger par les rapports des explorateurs maritimes.

Les dépôts calcaires étant surtout caractérisés comme formation de haute mer, il ne faut pas s'attendre à rencontrer dans leur sein des substances bitumineuses quelque peu abondantes¹. Nous savons

¹ Sinon peut-être les produits de décomposition des algues marines, telles que les *Fucoïdes*.

que celles-ci caractérisent plutôt certains dépôts marneux et argileux, tels que les marnes liasiques. La présence du bitume à Noiraigue et à Vallorbes indique seulement la possibilité du phénomène sur certains points présentant des circonstances favorables. Au reste, on reconnaît toujours plus positivement que, pendant toute l'époque jurassique, le centre de l'Europe a manifesté une tendance à se soulever lentement et graduellement, de telle façon que la terre ferme s'agrandissait aux dépens de la mer.

En ce qui concerne la région qui nous occupe, le relèvement du fond sous-marin s'accuse, dès la fin de l'époque jurassique, par une faune d'animaux vertébrés, terrestres ou amphibies, crocodiles et tortues, poissons ganoïdes, dont les congénères habitent aujourd'hui les estuaires des grands fleuves. La retraite de l'élément salé devient certaine à mesure que nous voyons apparaître les dépôts de gypse et les calcaires lacustres à fossiles terrestres et d'eau douce du Purbeckien. Si la mer crétacée doit de nouveau occuper certaines parties du territoire jurassien, elle ne dépassera guère les limites de ce lac purbeckien, tracées par M. Maillard sur une carte spéciale ¹.

2. Époque crétacée.

§ 85. — *Phase urgonienne.* C'est d'ailleurs à partir de ce moment que commencent à se dessiner les plissements ou ridements initiaux de nos chaînons jurassiques, qui se traduisent par la disposition en

¹ Etude sur l'étage purbeckien dans le Jura. Zurich 1884.

retrait des divers étages du Néocomien les uns par rapport aux autres. Nous avons vu, par exemple, que l'Urgonien manque dans plusieurs vallons occupés par le Valangien et le Hauterivien, sans qu'on puisse en attribuer la cause aux phénomènes d'érosion.

Ce ne sont pas seulement des changements paléontologiques qui différencient les couches crétacées des couches jurassiques. Il y a aussi les changements pétrographiques, parmi lesquels on a signalé l'apparition de ces grains glauconieux déjà dans le Purbecien et qui deviennent tellement abondants dans la Craie de Rouen (craie chloritée ou glauconieuse).

Ainsi, dès le moment où se déposent les premières couches urgoniennes, les conditions géophysiques favorables à la transformation en bitume sont réalisées, et à Saint-Aubin se forme la première lagune ou plage de sable calcaire susceptible de se combiner avec ce bitume. Il ne faudra pas de bien grands changements pour que le processus se développe, et que l'on voie se former les dépôts du littoral oriental autour des chaînons de la Montagne de Boudry, du Chasseron, du Suchet, du Mont-Tendre, du Mont-Colombier, du Crédo, etc.

Au versant occidental, même phénomène. La mer¹, longue et étroite, s'avance du sud au nord, de Belley-Seyssel à Bellegarde, les Rousses, Vallorbes, où elle communique avec le bassin principal.

Un autre bassin plus important va de Belley à Charix, Saint-Claude, Nozeroy, Pontarlier, l'Auberson, Val-de-Travers. Notre vallon était alors, au point de vue physique, une sorte de mer Rouge, au fond

¹ Voir la carte pl. IV.

de laquelle venaient s'ensevelir dans un limon calcaire les produits de la décomposition des organismes marins dont, sans doute, le plus grand nombre avaient vécu dans d'autres parties du bassin. Il ne semble pas en effet, comme je l'ai fait ressortir précédemment, que la formation du bitume ait été localisée sur le point où nous trouvons le banc d'asphalte.

Si le dépôt du bitume et la formation de l'asphalte s'opéraient dans des conditions relatives de tranquillité et de régularité, il n'en était pas de même à Lovagny, Mussièges, Chavaroche, Pyrimont. De fréquentes modifications se produisaient, soit dans la profondeur du bassin, soit dans ses contours, soit enfin dans les courants qui entraînaient le bitume. Peut-être même celui-ci se formait-il en partie sur place, comme à Bevaix et, dans ce cas en proportions trop restreintes pour qu'il y ait production de dépôts d'asphalte aussi riches et aussi puissants que ceux du Val-de-Travers.

§ 86. — *Phase aptienne.* Ces modifications ou ces changements géophysiques s'accroissent tout particulièrement au Val-de-Travers, où les matériaux de sédimentation changent absolument de caractère. Des sédiments argileux ensevelissent une faune constituée en grande partie d'espèces nouvelles, précurseurs de celles des grès verts. Ces couches jaunes, bleues, vertes, sont d'ailleurs peu épaisses; toute trace bitumineuse a disparu; puis, retour des éléments calcaires, avec leurs grains de glauconie et une grande abondance de mollusques fossiles, donnant lieu à la formation d'une lumachelle. Ce ne sont pas seulement les coquilles qui s'entassent ainsi dans le fond du bassin, mais bien l'animal lui-même, renfermé dans son enveloppe calcaire, avant que ses muscles

et ses chairs aient eu le temps de subir la décomposition ordinaire. Il se forme ainsi un *charnier*, une accumulation d'animaux morts, dont les produits de décomposition ne peuvent remonter à la surface, ainsi que cela avait lieu pendant la phase urgonienne. Au reste, les choses ne se passent pas partout de la même façon. A une faible distance de ce centre de formation bitumineuse, il s'en présente un autre dans lequel le mélange du bitume et des sédiments calcaires, coquilles brisées et triturées, donne lieu à la formation de couches d'asphalte, auxquelles il ne manque qu'une plus grande épaisseur et un dosage en bitume plus élevé pour qu'elles soient susceptibles d'exploitation.

Enfin, rappelons que c'est seulement à cette extrémité nord du bassin aptien que les phénomènes bitumineux ont été observés. La mer crétacée présente alors son minimum d'extension dans le Jura; elle ne forme plus qu'un chenal long et étroit entre les deux chaînons orientaux du Jura. D'où provenaient les sédiments déposés dans ce bassin? Très probablement des matériaux arrachés aux rives de la partie méridionale, beaucoup plus large, et participant encore des caractères de l'Urgonien, puisque dans cette région il a été proposé de réunir les couches et d'en constituer l'étage *Urgo-aptien*.

§ 87. — *Phase molassique*. La fin de la phase aptienne ne correspond nullement à la retraite de la mer de nos contrées; tout au contraire la mer albienne envahit de nouveau plusieurs vallons du Jura et y ensevelit une faune de mollusques, remarquable par les formes variées dont elle se compose. Moins riches en espèces, les dépôts cénomaniens accusent

encore l'extension de cette mer sur un grand nombre de points du Jura : Saint-Point, Pontarlier, Sainte-Croix, Fleurier, la vallée des Ponts, et à l'Est du chaînon principal, Souaillon près Saint-Blaise, jalonnent l'extension finale des couches crétacées dans cette région du Jura qui, pendant un temps fort long, se présentera à l'état de terre ferme. Les dépôts sidérolitiques de La Sarraz, de Soleure, du Jura bernois, les calcaires lacustres de diverses localités, nous révèlent l'avènement de la vie terrestre à l'aurore de la période tertiaire, que nous appelons l'époque éocène.

Je me hâte d'arriver à cette dernière phase de la formation de dépôts bitumineux dans le Jura, ou dans son voisinage. Ce ne sont plus maintenant des sédiments calcaires qui vont emprisonner le bitume. Les dépôts eux-mêmes ne sont ni marins ni lacustres, mais plutôt mixtes, saumâtres. Enfin, ce sont des végétaux marins, algues, varechs, fucus, qui ont dû fournir les éléments de ce carbure d'hydrogène dont l'analogie avec le pétrole est incontestable¹. D'où provenaient ces végétaux que je ne puis concevoir comme ayant vécu sur place ? C'est ce que je ne saurais dire, n'ayant pu jusqu'ici consacrer l'attention nécessaire à ce sujet cependant très important. Sans doute l'étude des gisements du bassin alsatique, qui sont exploités, fournira les éléments indispensables à quiconque voudra en faire l'histoire. Si j'ai cru devoir y faire allusion dans ce travail, c'est seulement, d'une part, en vue de préciser l'âge relatif de nos gisements bitumineux, de l'autre, de fournir une preuve de

¹ Il est assez singulier d'observer que la molasse aquitanienne du Val-de-Travers n'a, jusqu'ici présenté aucune trace de bitume.

plus à l'appui de ce fait que *certaines contrées du globe ont été, dans les temps géologiques, et, pour quelques-uns encore actuellement, des centres de dépôts ou de formations bitumineuses*. La formation du pétrole, du bitume, de l'asphalte est d'ailleurs soumise, pour chacun de ces dépôts ou centres de formation, à des phénomènes ou à des conditions différentes ¹.

§ 88. *Phase de destruction et d'érosion*. La mer miocène, qui a couvert une partie du plateau suisse et formé de nombreux golfes dans le Jura, s'est retirée définitivement de nos contrées. Une grande nappe lacustre couvre toute la région nord-est de la Suisse, de Zurich au lac de Constance et en Bavière. De nombreux lacs occupent plusieurs vallons du Jura, le Locle, Tramelan, Delémont, etc., une faune et une flore luxuriante se développent sur leurs bords : tel est le spectacle que présente notre pays au moment où va se produire le phénomène si grandiose de la glaciation générale du centre de l'Europe, phénomène dont nous pouvons, presque avec certitude aujourd'hui, attribuer la cause au surélévement définitif et maximal des Alpes, ainsi que du Jura qui, lui aussi a eu ses glaciers propres, isolés, ou bien confondus avec les grands glaciers du Rhône et de l'Aar. C'est à ce moment sans doute que commencent à se manifester les phénomènes de destruction et d'entraînement des formations sédimentaires qui, dans la suite des périodes géologiques, avaient rempli les vallons du Jura. Favorisée par la dislocation des assises, l'action de l'eau s'exerce sur les roches

¹ C'est ce que j'ai cherché à exprimer dans ma carte, pl. IV.

compactes du terrain jurassique supérieur, atteint les assises moyennes inférieures qu'elle ravine profondément et qu'elle transforme en *combes*, en *cluses* ou en *vallées d'érosion*. Par ces issues, les matériaux des dépôts crétacés et tertiaires des vallons du Jura sont entraînés dans le bassin du Rhône et vont combler les vallées basses et les plaines jusqu'au delta du Rhône. Il ne sera jamais possible d'évaluer tant soit peu exactement le volume des matériaux ainsi enlevés dans une région telle que le Val-de-Travers, ni de déterminer, en particulier, le cube total des couches asphaltiques détruites, tant dans cette région qu'à Lovagny, Pyrimont, Chavaroche, etc.

M. Léon Malo a essayé de caractériser les gisements d'asphalte en disant qu'ils sont toujours partagés en deux par le ravinement des cours d'eau, ce qui est exact jusqu'à un certain point, mais au fond ne signifie pas grand chose.

§ 89. — *Conclusion*. En ce qui concerne le Val-de-Travers, un fait d'une portée incalculable doit être relevé. C'est celui du rejet qui s'est manifesté dans le flanc nord de la première chaîne. Au lieu d'être disposées en cuvette régulière ou en forme de bateau, les couches crétacées et tertiaires affectent une disposition en V couché¹. Alors que l'érosion dénudait le versant nord de la presque totalité des grès verts et de la molasse qui existaient primitivement, ces terrains restés en place au versant sud constituent un revêtement protecteur d'une masse d'asphalte dont nous sommes loin encore de connaître l'importance. Il se passe ici exactement ce qui a lieu dans

¹ Voir la carte pl. I, et les coupes pl. II et III.

les bassins houillers du centre de la France : les couches improductives protègent les couches combustibles minérales, de telle sorte que, malgré l'épaisseur cent fois moindre des dernières, on sait fort bien aller, aidé des conseils de la science, les chercher où elles sont, les exploiter et les utiliser. Voilà pourquoi nous estimons qu'il est utile, avant tout, de connaître l'origine et le mode de formation de *toutes* les substances minérales, avant de procéder à des recherches plus ou moins hasardées. Voilà en un mot la cause et la raison d'être de ce travail, dans lequel je n'ai nullement la prétention d'avoir tout dit, et qui mériterait d'être repris au point de vue expérimental et à celui de l'application à d'autres centres de formation asphaltique et bitumineuse.



EXPLICATION DES CARTES ET COUPES

Pl. I. *Carte géologique de la région asphaltique reconnue au Val-de-Travers.* Ne pouvant, comme je l'aurais désiré, accompagner mon travail de la carte géologique au 1/1000, comprenant tout le Val-de-Travers, j'ai dû me contenter de présenter une carte restreinte de la région de beaucoup la plus importante au point de vue de l'asphalte, qui est en même temps celle que représentent les coupes de la pl. III. En somme, la roche ou la couche asphaltique peut être présumée exister au-dessous de la totalité de la surface indiquée comme molasse, gault et Aptien. Son extension vers le Sud est limitée par la faille jurassique.

Pl. II. *Coupes générales du Val-de-Travers.* Ces coupes étaient destinées à accompagner la carte qui n'a pu être publiée. Elles suffiront à donner une idée de l'énorme dénudation subie par les couches crétacées et tertiaires, ainsi que de la continuité du *pli-faille* et de la zone synclinale crétacée du versant méridional du Val-de-Travers. L'échelle réduite n'a pas permis d'indiquer l'asphalte, dont on peut cependant présumer l'existence, au versant sud, dans toute la longueur de la vallée.

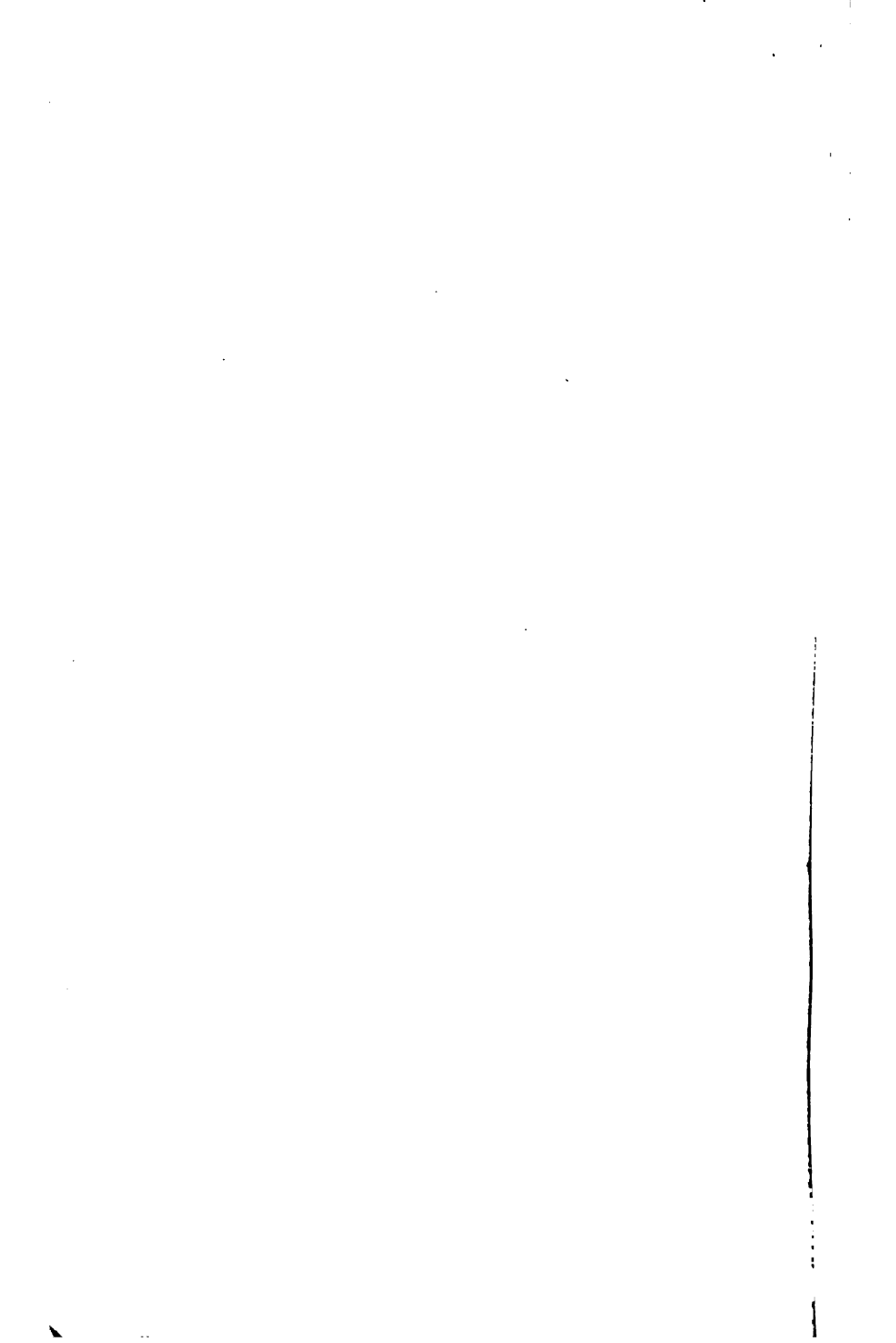
Pl. III. *Coupes du flanc méridional du Val-de-Travers.* C'est grâce au pli anticlinal du fond de la vallée que l'Urgonien vient affleurer sur divers points et à divers niveaux, à la Prise Meuron, à la Presta, à la nouvelle mine, au Crêt-à-Blanc. Mais il n'est pas partout asphaltique. La roche blanche est, sur certains points, surmontée par l'Aptien (fig. 5 et 6), mais, ainsi qu'on l'a reconnu dans l'exploitation, la roche redevient asphaltique vers le fond de la synclinale. De même aussi, elle peut exister à l'affleurement et disparaître en profondeur. Les coupes schématiques n'ont d'autre but que de circonscrire l'aire d'existence probable de l'asphalte et d'indi-

quer la profondeur du banc par rapport à la surface du sol et au niveau de la Reuse. La fig. 3 montre en outre une inflexion locale qui pourrait se retrouver dans les autres coupes.

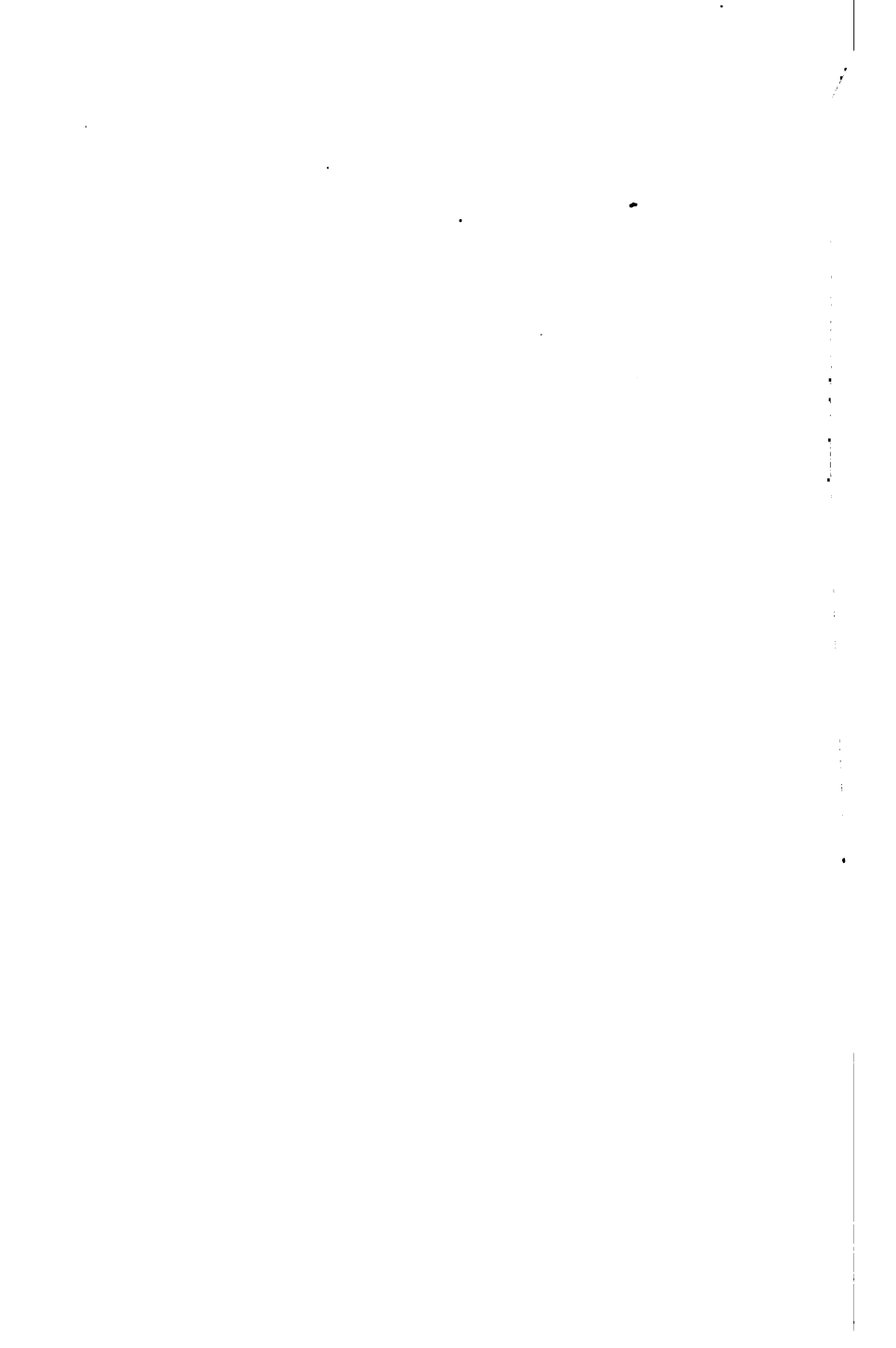
Pl. IV. *Essai d'une carte de la mer urgonienne et des gisements asphaltiques, etc.* Il m'a paru utile de présenter, dans une carte ou tableau d'ensemble, tous les gisements de substances bitumineuses reconnus dans le Jura ou dans son voisinage, c'est-à-dire ceux qui sont signalés dans les §§ 54 à 64. D'autre part, j'ai établi dans le § 85 les conditions géographiques de cette région, recouverte en partie par la mer urgonienne, qui pénétrait entre les chaînons ou flots peu élevés de la chaîne jurassique naissante. Les rivages de cette mer à l'Est et au Nord ne me semblent guère contestables. Il n'en est pas de même en ce qui concerne les quatre flots du massif de la région centrale; mais, à mon avis, cela ne modifie en rien les conclusions de mon travail.

Enfin, on remarquera l'absence de limites ou de rivages à l'Est; il y en avait cependant aussi bien que vers le Nord, où le Néocomien disparaît à Bienne.

Les indications de gisements molassiques et jurassiques se passent de commentaires et je renvoie à leur sujet au texte, §§ 68 à 72.



10





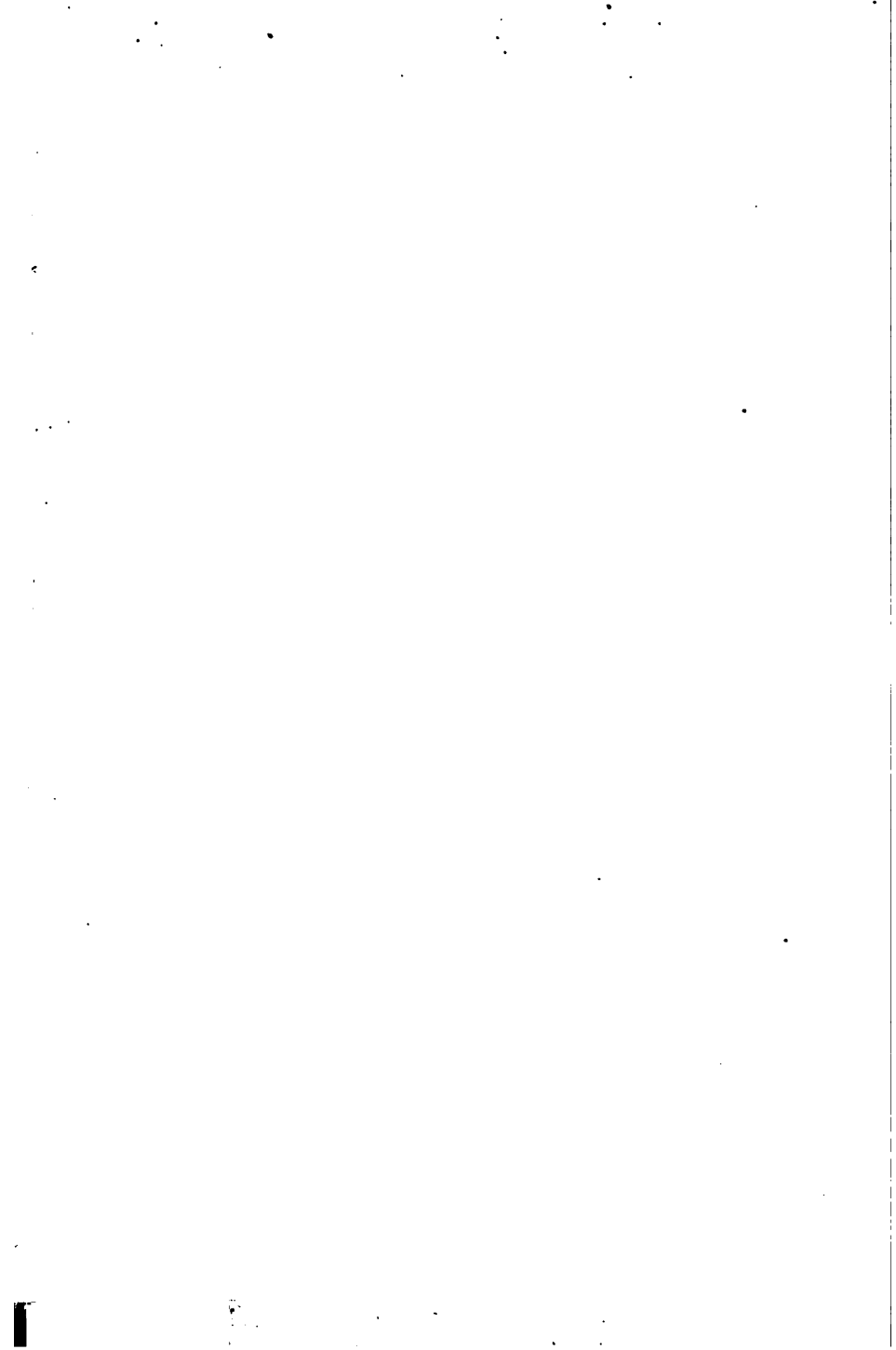


TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Introduction	108

PREMIÈRE PARTIE

Mode de formation de l'asphalte, du pétrole et des bitumes en général, § 1-3	109
---	------------

SECONDE PARTIE

Etude des terrains du Val-de-Travers, du Jura et de la Savoie :

<i>Première section.</i> — Historique de l'asphalte au Val-de-Travers, § 4-21	113
---	-----

Deuxième section. — Etude des terrains du Val-de-Travers :

1. Des terrains en général, § 22-30	140
2. Profils géologiques, § 31-42	149
3. Etude de l'asphalte urgonien, § 43-49	155
4. Etude de l'Aptien bitumineux, § 50-52	161
5. Conclusions, § 53.	164

Troisième section. — L'asphalte dans le Jura et en Savoie :

1. Gisements urgoniens, § 54-64	166
2. Gisements jurassiques, § 65-67	176
3. Gisements molassiques, § 68-72.	178

Quatrième section. — Origine et mode de formation de l'asphalte :

1. Les théories, § 73-78.	183
2. Causes de la transformation des animaux en bitume et en asphalte, § 79-83.	193

TROISIÈME PARTIE

Pages

Histoire géologique de l'asphalte :

1. Epoque jurassique, § 84	200
2. Epoque crétacée :	
Phase urgonienne, § 85	201
Phase aptienne, § 86	203
Phase molassique, § 87	204
Phase de destruction et d'érosion, § 88	206
Conclusion, § 89	207



PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

Année 1888-1889

SÉANCE DU 8 NOVEMBRE 1888

Présidence de M. Louis COULON

La Société procède à la nomination de son Bureau.

MM. L. COULON et L. FAVRE sont réélus par acclamation, le premier en qualité de président, le second comme vice-président.

MM. BELLENOT, ingénieur, et BÉRANECK, professeur, sont nommés secrétaires.

M. LE PRÉSIDENT annonce la démission de M. LANGER, ingénieur à Serrières.

MM. HILFIKER et BÉRANECK proposent comme candidat M. *Münsch-Perret*, chirurgien-dentiste.

M. TRIPET rappelle que M. G. de Coulon avait proposé, le printemps passé, de reprendre la publication des observations limnimétriques des trois lacs, qui n'ont plus figuré dans le Bulletin depuis 1881.

Après une longue discussion, la Société nomme une Commission composée de MM. Hirsch, Ritter et Borel ingénieur, qui est chargée de rassembler et de revoir au besoin les observations faites dès lors pour notre lac par les soins des autorités de la ville et d'arriver aux moyens de les publier dans un prochain Bulletin.

M. HIRSCH dépose sur le bureau le dernier volume des Mémoires du Comité international des poids et mesures.

SÉANCE DU 22 NOVEMBRE 1888

Présidence de M. Louis COULON

Il est donné lecture d'une lettre de M. le Dr Hirsch s'excusant de ne pouvoir assister à la réunion de ce soir et proposant de fixer à l'avenir le *mercredi* comme jour des séances, afin que les membres de la Société, qui sont amateurs de musique, puissent assister aux concerts du jeudi sans négliger les sciences naturelles. Dans la discussion animée qui suit la lecture de cette lettre, MM. BÉRANECK et RITTER se déclarent partisans du jeudi, dans l'intérêt des membres du corps enseignant, qui ont ainsi le loisir de préparer leurs communications pendant l'après-midi; M. BILLETER, par contre, trouve le jeudi très mal choisi, non seulement à cause des concerts, mais encore à cause des séances de la Société d'histoire, qui ont aussi lieu ce jour-là. Enfin, M. FAVRE trouve le moyen de contenter tout le monde en proposant de maintenir le jeudi comme jour de réunion, mais de laisser au Bureau la faculté de renvoyer ou d'avancer les séances de huit jours, suivant les exigences de la musique et de l'histoire.

Cette proposition est adoptée.

Il est procédé à l'élection de M. MUNSCH-PERRET, qui est nommé à l'unanimité membre de la Société.

M. BILLETER entretient la Société du *Dosage du fusel dans les spiritueux*. (Voir p. 23).

M. FAVRE demande si les impuretés alcooliques, toujours constatées dans les bonnes eaux-de-vie, sont aussi

nuisibles à l'organisme que celles des alcools mal rectifiés, et M. RITTER si le bouquet des eaux-de-vie est directement en rapport avec les impuretés qu'elles contiennent.

M. BILLETER ne veut pas se prononcer sur la première de ces questions, qui rentre plutôt dans le domaine de la médecine et, quant à la seconde, il fait remarquer que le bouquet des eaux-de-vie est produit par certains éthers; il serait donc possible, théoriquement, d'enlever les impuretés alcooliques sans dénaturer le bouquet; malheureusement, la rectification complète de ces eaux-de-vie est toujours nuisible à leur arôme, ce qui fait que l'on y renonce généralement.

M. WEBER craint que l'on n'introduise une cause d'erreur dans la méthode de dosage présentée par M. Billeter, en secouant longtemps le mélange d'alcool et de chloroforme. Cette manipulation doit augmenter sensiblement la température du liquide et rendre par ce procédé la méthode un peu incertaine.

M. BILLETER répond que la température est maintenue constante pendant toute l'opération par l'immersion du tube gradué dans une cuve à eau dont la température est facilement maintenue à 18° environ pendant toute l'opération.

M. RITTER dépose sur le bureau sa brochure traitant de *L'alimentation de Paris par les eaux des lacs du Jura suisse*.

SÉANCE DU 5 DÉCEMBRE 1888

Présidence de M. Louis COULON

M. HIRSCH tient à déclarer qu'il est satisfait de la proposition de M. Favre, votée dans la dernière séance, et

tendant à renvoyer la séance de huit jours quand elle coïncide avec un concert.

M. HIRSCH rend compte en quelques mots de la réunion géodésique internationale qui a eu lieu à Salzbourg du 17 au 20 septembre 1888. Reçue dans cette belle ville, la seule qui, au nord des Alpes, rappelle le type des villes italiennes, avec une gracieuse hospitalité par les autorités impériales et locales, la Commission permanente de l'Association géodésique a, dans les quatre séances qu'elle a tenues à Salzbourg, constitué le tableau de l'état actuel de la mesure de la terre, en rassemblant les rapports des délégués sur les travaux dans les principaux pays; elle a discuté plusieurs questions spéciales d'un intérêt actuel, et elle a esquissé le programme de quelques recherches importantes.

Sans entrer dans des détails — les comptes rendus de la Conférence de Salzbourg, qui paraîtront dans quelques mois, seront offerts, comme toutes les autres publications de l'Association, à notre bibliothèque, — M. Hirsch se borne à relever quelques sujets d'un intérêt plus général.

Ainsi M. Lallemand, l'actif et distingué secrétaire du nivellement général de la France, a constaté que la comparaison du nivellement actuel avec celui exécuté par Bourdalouë, il y a vingt-cinq ans environ, fait ressortir une discordance qui va en croissant du sud au nord, depuis Marseille jusqu'à Lille, où elle atteint 0^m,78. En raison de son importance et de son caractère systématique, M. Lallemand ne croit pas pouvoir attribuer cette discordance aux erreurs accidentelles des deux opérations; elle lui paraît être la preuve d'un affaissement réel du sol que la France aurait subi dans ces vingt-cinq ans. Toutefois, répondant à l'objection qui s'est fait jour dans la discussion provoquée sur cette hypothèse, savoir que la discordance constatée pouvait tenir à des erreurs systématiques des opérations, non encore connues suffisamment, M. Lallemand a reconnu que, pour juger définiti-

vement de la valeur de cette hypothèse d'une espèce de balancement lent de la surface de la France, il faut attendre que le nivellement actuel ait atteint les côtes de l'Atlantique, surtout le port de Brest. D'autre part, il a annoncé que pour décider si ce mouvement du sol, dans le cas où il se confirmerait, a un caractère continu comme sur les côtes de la Suède, ou périodique, comme dans la baie de Naples, on est décidé, en France, à recommencer dans une dizaine d'années, après avoir achevé le nivellement actuel, une nouvelle opération du même genre.

Ensuite, M. Hirsch rapporte qu'on a repris à Salzbourg l'intéressante question, introduite pour la première fois par M. Fergola dans la conférence de Rome en 1883, de la variabilité des latitudes avec le temps ou, en d'autres termes, d'un faible mouvement de l'axe terrestre; on a nommé une Commission spéciale et on a chargé le Bureau central, en lui allouant un crédit de fr. 5000, de faire des études préparatoires sur les meilleurs instruments et méthodes à employer pour cette étude délicate, — il s'agit d'une fraction de seconde ou d'une seconde tout au plus, — et d'organiser des observations de latitude continuées pendant plus d'une année, dans quatre observatoires au moins.

Enfin, M. Hirsch mentionne le fait que l'Association géodésique internationale, qui venait de perdre l'année précédente en M. v. Oppolzer une de ses plus grandes illustrations, a eu à déplorer une nouvelle perte dans la personne du général Perrier, dont M. Hirsch, en sa qualité de secrétaire perpétuel, a eu le triste honneur de faire la nécrologie à Salzbourg. L'officier distingué, dont le nom a été cité déjà autrefois au sein de notre Société, comme coopérateur du général Ibañez dans la fameuse jonction entre l'Espagne et l'Algérie, a non seulement contribué beaucoup au relèvement de la géodésie en France, mais a eu en particulier le mérite d'avoir fait cesser l'isolement de la France sur ce terrain, en provo-

quant son entrée dans l'Association internationale, si la France occupe maintenant une place digne de son grand passé géodésique.

SÉANCE DU 20 DÉCEMBRE 1888

Présidence de M. Louis COULON

Comme les cartes de convocation ne portaient pas de communications annoncées, les membres zélés de la Société répondent seuls à l'appel. Après la lecture du procès-verbal, les quelques membres présents se demandent s'il faut lever immédiatement la séance ou attendre qu'une communication leur tombe du ciel in extremis. M. le professeur Favre se charge alors de nous tirer d'embarras en priant M. Ritter, dont la complaisance est incommensurable, de nous entretenir de son projet d'alimentation d'eau de la ville de Paris au point de vue de l'état des négociations et de ses chances de réussite. M. RITTER se met à la disposition de son public restreint et nous annonce que la Commission nommée par la Chambre est en train d'étudier un projet tendant à amener à Paris les eaux de l'Avre, dans le département de l'Eure. Cette rivière traverse un terrain sablonneux et elle paraît être, au point de vue hygiénique, relativement salubre. La région étudiée par la Commission a ceci d'intéressant, qu'à côté du bassin hydrographique servant à alimenter l'Avre, il en existe un second, d'une superficie environ dix fois plus petite que celle du premier, dont les déversoirs sont représentés par des emposieux identiques à ceux de notre Jura. Le débit de ces emposieux est dix fois plus considérable que celui de l'Avre et leurs eaux, autant qu'on en a pu juger jusqu'à présent, paraissent excellentes. Pour expliquer cette différence de débit entre deux bassins hydrographiques contigus, dont l'un, dix

fois plus petit que l'autre, donne malgré cela un rendement en eau dix fois plus considérable, il faut admettre que le bassin le moins étendu est alimenté non seulement par l'eau de pluie tombée sur sa surface, mais encore par l'eau de l'Avre et de ses affluents qui, filtrant avec facilité dans le terrain sablonneux sur lequel elle coule, passe ainsi par une voie souterraine du grand bassin au plus petit. Les eaux de pluie, auxquelles s'ajoutent ces eaux filtrées, viennent sourdre à la surface par les emposieux dont il a été fait mention plus haut et, durant leur filtration souterraine, elles se sont purifiées et ont abandonné une grande partie des micro-organismes qu'elles contenaient comme eaux de surface. Tout en reconnaissant que le projet de la Commission présente beaucoup de garanties au point de vue de la salubrité des eaux qu'on se propose d'amener à Paris, M. Ritter estime que son projet en présenterait encore davantage et que le lac de Neuchâtel, à une profondeur moyenne de 80 à 100 mètres, fournirait de l'eau potable la plus pure qui se puisse voir. L'eau ayant son maximum de densité à 4°, l'excédant de pression provenant de la différence de densité entre les couches profondes et les couches superficielles, empêche l'eau de surface de descendre et de se mélanger à celle du fond. A 80 ou 100 mètres de profondeur, nous aurons donc de l'eau potable dans les conditions les plus avantageuses possibles. Quelques personnes timorées craignaient déjà de voir le lac de Neuchâtel se vider promptement par le tuyau d'alimentation de Paris; M. Ritter les rassure, car ainsi que le calcul le démontre, le niveau du lac ne s'abaisserait que de 3 mètres environ en un an, en supposant qu'il ne reçoive aucun affluent pendant ce laps de temps et qu'il soit considéré comme un bassin fermé.

A la suite de l'exposé de M. Ritter, les quelques auditeurs clairsemés échangent sur cet intéressant sujet quelques observations. M. BILLETER trouve qu'en été, où la

température moyenne de l'eau est supérieure à 4°, et en hiver où elle est inférieure, les calculs de M. Ritter sont parfaitement exacts et le mélange entre l'eau des couches profondes et celle des couches superficielles ne peut s'effectuer que très difficilement, mais il n'en est plus de même en automne et au printemps où l'eau atteint à la surface son maximum de densité, alors qu'à quelques mètres plus bas, elle ne l'a pas encore; il doit ainsi se produire des courants moléculaires dans la colonne de liquide, courants qui ont pour effet de transporter les molécules superficielles jusqu'à une certaine profondeur.

M. BÉRANECK estime que M. Ritter a négligé certains facteurs importants; le lac n'est pas un bassin fermé et il faut tenir compte que le mélange entre l'eau de la surface et celle du fond est facilité par les courants déterminés par les rivières qui viennent se déverser dans le lac, telles que la Thielle, la Reuse, etc., et par les sources sous-lacustres. En outre, l'absence de courants verticaux ne prouverait pas nécessairement que l'eau dût être parfaite au point de vue hygiénique, car les matières organiques, dont l'eau des affluents s'est chargée dans les forêts et dans les champs, ayant un poids spécifique un peu plus élevé que celui de l'eau, se dépose petit à petit au fond du lac et sert à l'alimentation des micro-organismes. Au lac de Zurich, on a trouvé des microbes jusqu'aux plus grandes profondeurs.

M. RITTER répond à M. Billeter que, même au printemps et en automne, les échanges moléculaires ne doivent pas s'étendre très loin au-dessous de la surface, car on arrive nécessairement bientôt à une couche ayant 4° cent. et son maximum de densité par conséquent. Il n'y a donc pas de raison pour que cet échange moléculaire se propage à une plus grande profondeur que celle marquée par cette couche ayant déjà sa densité maxima. Il fait remarquer à M. Béraneck que les courants des rivières qui se jettent

dans notre lac ne se font pas sentir à une grande distance et que les sources sous-lacustres, vu la constitution géologique de notre sol, ne doivent pas être abondantes. Pour la question des microbes qui vivent au fond de notre lac, l'avenir seul pourra nous renseigner positivement à ce sujet; nous devons, pour nous prononcer, attendre que des analyses bactériologiques systématiquement menées aient résolu définitivement le problème.

SÉANCE DU 24 JANVIER 1889

Présidence de M. Louis COULON

MM. H. LADAME, ingénieur, et le PRÉSIDENT présentent comme candidats MM. *Alexandre Perrochet*, professeur, et *Eugène Ladame*, pasteur.

Il est fait lecture d'une lettre de M. de Stoppani s'excusant de ne pouvoir assister plus régulièrement aux séances.

M. le PRÉSIDENT présente à la Société deux jeunes becs-croisés qu'on lui a apportés ces derniers temps, ce qui donne à M. Favre l'occasion de faire remarquer que ces oiseaux nichent et élèvent leurs petits malgré la neige et les froids rigoureux de l'hiver.

M. RITTER présente un travail sur la *Formation de quelques sources du Jura neuchâtelois et en particulier de la source néocomienne de Bonvillars*. (Voir p. 25.)

M. GUILLAUME dit quelques mots de la source de l'Ecluse, qui lui paraît rentrer dans la catégorie des sources dont a parlé M. Ritter, et il émet l'idée que la Serrières pourrait bien provenir de l'épuration du Val-de-Ruz par des empoisieux situés derrière Serroue.

M. Russ rappelle une étude de M. Jaccard, faite pour le compte de la maison Russ-Suchard & C^{ie}, et d'après laquelle la Serrières proviendrait des hauts sommets du Val-de-Ruz. Il estime de plus qu'il ne doit pas y avoir de communication entre la Serrières et le Seyon.

M. RITTER se déclare d'accord avec l'étude de M. Jaccard en ce qui concerne la Serrières. En effet, selon lui, la Serrières rassemble les eaux tombées sur le massif du versant sud de Tête-de-Rang, etc., tandis que le Seyon rassemble les eaux du fond du Val-de-Ruz, ces deux bassins pouvant du reste n'avoir aucune communication entre eux.

M. BILLETER entretient la Société sur le *Dosage de l'amidon dans le chocolat*. (Voir p. 36.)

SÉANCE DU 7 FÉVRIER 1889

Présidence de M. Louis COULON

MM. AL. PERROCHET, professeur, et E. LADAME, pasteur, sont nommés à l'unanimité membres de la Société.

M. Louis ISELY présente un travail sur les *Courbes et équations de mortalité* (Voir p. 38.)

M. WEBER critique la division en trois parties que M. Isely a adoptée pour son travail et qui lui permet d'établir trois formules donnant très exactement le taux de mortalité de l'enfance, de l'âge mûr et de la vieillesse. M. Weber pense qu'au point de vue physique il eût été plus rationnel de chercher à relier entre elles les différentes périodes du phénomène de la mortalité et de déterminer une seule formule pouvant s'appliquer dans tous les cas plutôt que d'établir trois formules différentes suivant l'âge des individus considérés.

M. ISELY croit au contraire qu'il vaut mieux procéder comme il l'a fait, car les résultats des diverses formules se rapprochent alors beaucoup plus de la réalité que si l'on applique une formule unique : la simple inspection de la courbe de mortalité donnée par les tables des compagnies anglaises et autres, montre déjà que la division en trois parties est rationnelle, car la courbe régulièrement descendante de 0 à 10 ans fait alors un angle brusque pour remonter régulièrement jusqu'au commencement de la vieillesse où elle change de nouveau de caractère. Les résultats obtenus par les trois formules de M. Isely, comparés aux tables de mortalité, lui permettent de croire qu'elles sont pratiquement applicables.

M. le D^r GUILLAUME croit également qu'il est rationnel de diviser la vie en trois parties au point de vue de la mortalité. Ainsi, l'enfance jusqu'à dix ans environ est évidemment dans d'autres conditions que l'âge mûr à cause des maladies héréditaires et épidémiques qui sévissent surtout sur les jeunes enfants; il en est évidemment de même pour la vieillesse. Il croit donc que les formules établies par M. Isely sont susceptibles de donner un résultat pratique exact au point de vue de l'assurance, mais à la condition que l'assurance soit étendue à la population entière, et non pas seulement à quelques individus, comme le font généralement nos sociétés d'assurances.

M. WEBER présente à la Société un accumulateur de Marly, nouveau système, et en explique les avantages comparativement à l'ancien modèle. (Voir p. 56.)

SÉANCE DU 28 FÉVRIER 1889

Présidence de M. Louis COULON

M. HIRSCH dépose sur le bureau deux numéros de la *Vierteljahr-Schrift* du Dr Wolf.

M. FAVRE présente à la Société un rapport intéressant sur une *Explosion de chaudière à vapeur*, à Belmont, près d'Yverdon. (Voir p. 60.)

M. HILFIKER lit un travail sur l'*Influence de la pression de l'air sur la marche des chronomètres*. (Voir p. 3.)

Chacun sait que les différences de température altèrent la marche des horloges et des montres, et qu'une compensation appropriée est établie par des dispositions ingénieuses pour neutraliser ces causes de perturbation. A la rigueur, on admettrait que les oscillations du pendule fussent ralenties par une augmentation de pression atmosphérique, donc par une hausse du baromètre, et le contraire; mais que les vibrations du balancier d'un chronomètre soient soumises à la même influence, c'est à quoi on ne s'attendait guère.

L'extrême précision des mesures actuelles, et les exigences toujours plus grandes de la science, pouvaient seules conduire à de telles recherches, pour lesquelles M. Hilfiker a pu avoir à sa disposition d'excellents chronomètres de marine Nardin, Grandjean, du Locle, et des chronomètres de poche Sandoz, Barbezat. Sans être définitifs, les résultats obtenus établissent qu'une pièce d'horlogerie réglée au Locle, à la Chaux-de-Fonds, ne l'est plus en arrivant à l'Observatoire de Neuchâtel, et encore moins lorsqu'elle est transportée au niveau de la mer. Il importe donc de découvrir non seulement les organes intéressés dans cette perturbation, mais encore la quantité de leurs écarts, afin d'en établir la correction, ou

mieux encore la compensation, ce qui donnerait à nos produits une évidente supériorité de marche. Tel est le but que s'est proposé M. Hilfiker et qu'il continuera à poursuivre avec l'aide de M. Hirsch et le concours de nos artistes en chronométrie.

M. HIRSCH relève la grande valeur des observations de M. Hilfiker et ne peut assez l'encourager à pousser encore plus loin ses expériences. En effet, les résultats acquis jusqu'à présent sur la difficile question de la variation de la marche des chronomètres avec la pression sont loin d'être complets, et un travail comme celui de M. Hilfiker fait certainement avancer la science. L'augmentation de la précision du réglage des chronomètres, qui serait le résultat pratique de l'application du travail de M. Hilfiker, n'est pas si faible que pourrait le faire croire à première vue la petitesse des coefficients qu'il nous a communiqués, car il ne faut pas oublier que le réglage des chronomètres se fait quelquefois, comme cela a lieu dans nos montagnes, à une altitude de sept à huit cents mètres, tandis que c'est sur l'Océan que ces précieux et délicats instruments sont appelés à fonctionner; d'un autre côté, il se produit parfois dans les contrées tropicales des variations considérables de la pression barométrique; dans ces deux cas on arrive, malgré la petitesse des coefficients, à des variations de marche assez importantes, dont il serait possible de tenir compte si l'on connaissait la constante de l'appareil ou si celui-ci était muni d'un système compensateur. Le fait que l'un des chronomètres examinés par M. Hilfiker a donné une constante négative, tandis que les autres en avaient une positive, fait espérer qu'il sera possible d'arriver à une compensation mécanique de la variation en question; toutefois il n'a pas été possible jusqu'ici de déterminer quel organe ou groupe d'organes du chronomètre subit le plus l'influence de la variation de pression.

M. WEBER prie l'assemblée de se rendre dans le cabinet de physique, où il a préparé une exposition de lampes à arc.

Grâce à la munificence de M. Ch. Hermite, qui s'est intéressé si généreusement à l'éclairage électrique de l'Aula, M. le professeur Weber a pu présenter à la Société cinq lampes à arc de construction et de provenance différentes ; il en a expliqué les principes et le jeu des organes, et, pour achever la démonstration, il les a allumées, afin qu'on pût juger de leurs qualités relatives. Les fabriques qui les ont envoyées sont :

1. Cuenoud-Sautter & C^{ie}, de Genève. On se souvient du bel éclairage de l'Exposition d'agriculture en 1887, fourni par cette société.

2. Erlikon (Zurich), système Brown.

3. Nuremberg, système Schucker ; les plus répandues.

4. Hipp, à Neuchâtel.

5. Winterthour (fabrique de locomotives) ; le mécanisme d'horlogerie pour le réglage de cette pièce, très soignée, provient de la Fabrique de télégraphes de notre ville.

Toutes ces lampes ont des mérites divers, et ont droit à notre estime ; mais quand il s'agit d'éclairer une salle de conférences, il faut des qualités spéciales qu'on n'exige pas dans la rue ou sur une place publique. Il faut, en outre, un accord parfait entre le moteur et la dynamo qui fournit le courant électrique ; et si le premier est un moteur à gaz, il faut, en outre, que la pression du gaz ne varie pas et que le compteur qui le mesure fonctionne d'une manière irréprochable. Même la qualité et les dimensions des charbons ont une part importante dans la beauté, la régularité, le calme de l'éclairage.

On comprend donc que l'harmonie parfaite entre un aussi grand nombre de facteurs n'est pas chose facile à obtenir. Ajoutons que chaque jour amène de nouveaux

progrès dans les applications de l'électricité, et que les appareils jugés excellents il y a deux ou trois ans sont dépassés aujourd'hui dans cette course au clocher, qui réserve à l'avenir de nouvelles surprises.

La lampe choisie pour l'Aula est celle de la fabrique de Winterthour.

SÉANCE DU 13 MARS 1889

Présidence de M. Louis COULON

M. LE PRÉSIDENT et M. TRIPET présentent la candidature de M. *Eugène Bonniot*.

M. WEBER entretient la Société du résultat de ses observations concernant les bulletins du Bureau central de Zurich, pour la prévision du temps. Un tableau graphique illustre cette communication, qui montre que, pour certains mois, la prévision du temps a encore bien des progrès à faire, mais fournit cependant d'une manière générale des indications d'une certaine valeur pratique.

Depuis le 1^{er} septembre 1882, il a toujours continué à comparer jour par jour les prévisions du temps données par le Bureau météorologique central suisse au temps qu'il a fait à Neuchâtel.

Dans les dernières années, les comparaisons ont été faites pendant les mois d'été (15 juillet au 15 septembre) par M. Racle, du Bureau de police municipale, qui s'est acquitté de cette tâche avec beaucoup de bonne volonté et de soins.

Les résultats de la comparaison se rapportant aux années 1887 et 1888 sont les suivants, en désignant par I. les prévisions justes, par II les prévisions partiellement justes et par III les prévisions fausses.

1887

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
I	25	24	25	22	27	25	26	24	23	25	17	22	285
II	6	4	5	5	1	4	4	5	5	5	8	7	59
III	—	—	1	4	3	1	1	2	2	1	4	2	21

1888

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
I	25	25	30	23	21	29	25	21	22	25	23	23	292
II	5	3	1	5	5	1	4	8	8	6	6	8	60
III	1	2	—	2	5	1	1	2	—	—	—	—	14

Afin de se rendre compte plus exactement de la réussite de ces prévisions, je reproduis ci-dessous les résultats des comparaisons des années précédentes jusqu'à la fin de 1888.

PRÉVISIONS DU TEMPS POUR NEUCHÂTEL

I. Prévisions justes.

Année	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
1883	26	22	25	22	26	28	28	26	21	25	24	23	296
1884	24	20	22	18	25	25	27	29	24	26	27	23	290
1885	28	22	21	22	18	23	22	19	18	14	16	22	245
1886	19	18	21	20	25	18	19	25	21	18	22	26	252
1887	25	24	25	22	27	25	26	24	23	25	17	22	285
1888	25	25	30	23	21	29	25	21	22	25	23	23	292
Tot.	147	131	144	127	142	148	147	144	129	133	129	139	1660
%	79,3	76,6	77,4	70,2	76,3	81,8	79,3	77,4	71,2	71,5	71,2	74,7	75,7

II. Prévisions partiellement justes.

Année	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
1883	—	3	1	5	4	2	2	3	5	5	4	5	39
1884	5	5	6	9	3	4	2	1	4	4	3	5	51
1885	1	4	7	6	12	6	8	12	11	13	11	8	99
1886	12	10	7	8	5	11	10	5	9	9	4	5	95
1887	6	4	5	5	7	4	4	5	5	5	8	7	59
1888	5	3	1	5	5	1	4	8	8	6	6	8	60
Tot.	29	29	27	38	30	28	30	34	42	42	36	38	403
%	15,5	16,9	14,5	21,0	16,0	15,5	16,0	18,3	23,2	22,6	20,0	20,4	18,4

III. Prévisions fausses.

1883	4	3	4	3	1	—	1	2	4	1	2	2	27
1884	2	4	3	3	3	1	2	—	3	1	—	3	25
1885	2	2	3	2	1	1	1	—	1	4	3	1	21
1886	—	—	3	2	1	1	2	1	—	4	4	—	18
1887	—	—	1	4	3	1	1	2	2	1	4	2	21
1888	1	2	—	2	5	1	1	2	—	—	—	—	14
Tot.	9	11	14	16	14	5	8	7	10	11	13	8	126
%	5,0	6,4	7,5	9,0	7,5	2,7	4,7	4,3	5,6	5,9	8,2	4,9	5,9

M. RITTER se demande si l'on ne devrait pas tenir compte des circonstances locales qui peuvent grandement influencer l'exactitude des prévisions de Zurich et obliger souvent M. Weber à annoncer le beau quand il est convaincu que la pluie nous menace. Ne pourrait-on pas insister auprès de la Confédération pour que le réseau téléphonique puisse servir à perfectionner cette intéressante étude.

M. WEBER pense également que les circonstances locales sont d'un intérêt immense pour la prévision du temps; mais pour que les indications qui les concernent arrivent en temps utile, il faudrait être en communication télégraphique régulière avec les principales localités de la contrée, ce qui ne se fait pas sans frais. En attendant que l'on puisse faire mieux, M. Weber se de-

mande si le moment ne serait pas venu de faire afficher de nouveau les cartes et communications du bureau de Zurich dans quelques points de la ville, et si la Société ne ferait pas bien d'insister auprès du Conseil communal pour obtenir une subvention permettant de s'abonner à la dépêche quotidienne de Zurich, ce qui occasionnerait une dépense annuelle de 60 à 80 fr.

M. BILLETER est d'avis que la chose n'est pas encore assez mûre pour qu'elle soit utile d'une manière générale. Sans doute l'étude de la question offre un grand intérêt, mais il ne croit pas que l'on puisse arriver à prédire le temps du lendemain d'une manière pratiquement utile, même en corrigeant les prévisions du bureau de Zurich d'après les signes locaux, car même pour cette dernière ville, où ce travail doit être fait, les prévisions sont loin d'être toujours d'une grande exactitude. M. Billeter relève encore le fait qu'il serait bon de faire observer le temps réel par une personne ne connaissant pas la prédiction, car si on la connaît on se laisse toujours plus ou moins influencer et la comparaison des prédictions avec le temps vrai devient inexacte.

Une discussion assez vive s'engage alors sur la proposition de M. Weber concernant l'affichage en ville des bulletins de la prévision du temps; MM. Favre, Billeter, Weber, Ladame, Ritter, Rychner y prennent part. L'opinion générale semble être que l'étude de la prévision du temps soit continuée par M. Weber, mais que l'affichage en ville soit différé jusqu'à des temps meilleurs. Enfin, la votation est renvoyée à la prochaine séance, afin de permettre à M. Weber de formuler et de spécifier plus exactement sa proposition.

M. LADAME entretient la Société d'un *Projet de gare avec élévateur à Serrières*, qui soulève une intéressante discussion entre l'auteur du projet et M. Ritter sur la traction excentrique des wagons, à propos du funiculaire Ecluse-Plan. (Voir p. 52.)

SÉANCE DU 28 MARS 1889

Présidence de M. Louis COULON

M. Eugène BONNIOT est nommé à l'unanimité membre de la Société.

M. WEBER ne désirant pas encore faire de proposition relativement à une subvention pour l'affichage des bulletins journaliers du Bureau de Zurich pour la prévision du temps, la votation est renvoyée à plus tard.

M. HIRSCH ne prétend pas rouvrir la discussion sur un sujet traité déjà autrefois en détail au sein de la Société; cependant il tient à répéter que, suivant son opinion, il est fort difficile, sinon impossible, de déterminer chez nous le temps probable du lendemain d'une manière quelque peu exacte. Nous avons en Suisse cinq climats différents, et si la prévision est juste chez nous, il peut fort bien se faire qu'elle soit fausse à Zurich et vice-versa, car dans nos pays de montagnes les causes générales, soit les vents dominants, déterminent bien les changements de temps, mais elles sont modifiées par un si grand nombre de causes locales qu'il est impossible de se faire une idée juste de leur influence et par conséquent de prédire le temps avec quelque chance de succès. En résumé, M. Hirsch se déclare peu partisan de l'affichage des prévisions du Bureau de Zurich, qui ne pourrait que jeter un nouveau discrédit sur les études météorologiques, et il insiste pour que la comparaison du temps prédit et du temps réel se fasse plusieurs fois par jour d'une manière régulière et scientifique, c'est-à-dire en notant les indications des instruments météorologiques, et que l'on ne se contente pas d'une simple appréciation. On pourra alors comparer à la fin d'une année les éléments réellement observés et les éléments prédits, ce

qui permettra de se faire une juste idée de la valeur des prédictions de Zurich pour Neuchâtel et, le cas échéant, d'indiquer des modifications utiles.

M. RITTER aimerait beaucoup voir dresser les tabelles dont vient de parler M. Hirsch, car il lui semble qu'elles permettraient de perfectionner la méthode employée à Zurich et pourraient avec le temps donner des résultats pratiques. Ainsi, il se demande s'il ne serait pas possible de prévoir et d'annoncer par un signe convenu les grains et coups de vents qui sévissent sur notre lac et d'éviter ainsi des accidents malheureusement trop fréquents.

M. HIRSCH répond qu'il faut distinguer entre les grains orageux, qui sont les plus dangereux et dont l'approche n'est pas toujours annoncée par le baromètre, et les tempêtes ordinaires, dont le baromètre annonce toujours l'arrivée; il serait donc possible, si on le voulait, d'annoncer déjà maintenant les grains par un signe, du moins dans bien des cas; cependant, la route suivie par ces météores est si capricieuse qu'il serait bien difficile, malgré la création d'un bureau spécial, d'en indiquer l'arrivée en temps utile. Les malheurs qui désolent si souvent notre lac sont dus plutôt à la mauvaise construction des embarcations et à la négligence qu'à la violence du vent, et M. Hirsch ne croit pas que la création d'un bureau spécial soit un moyen efficace pour en diminuer le nombre.

Quant à l'appréciation rationnelle des réussites de la prédiction, il tient encore à faire observer que si l'on faisait les prédictions du temps purement au hasard, on arriverait encore à 50 % de prédictions justes : il n'est donc pas étonnant que les rapports statistiques sérieux constatent 60 à 65 % de prédictions exactes.

M. WEBER ne peut admettre toutes les observations de M. Hirsch. Personne ne prétend que les prévisions du B. M. C. doivent s'appliquer également à toutes les régions de la Suisse. A l'origine de la fondation du bureau central,

les prévisions se rapportaient exclusivement à la région N.-E. de la Suisse. Actuellement, il ne pense pas qu'on veuille les étendre au-delà du plateau suisse.

M. Hirsch a dit qu'en consultant des dés pour prévoir le temps, on arriverait à 50 % de prévisions justes; il commet d'abord l'erreur d'appliquer un théorème des probabilités à un petit nombre de cas, tandis que le théorème n'est exact que si le nombre des cas est très grand.

Ensuite, comme la prévision n'est pas formulée uniquement par les deux expressions de « beau temps » et « mauvais temps », c'est-à-dire puisqu'il n'y a pas que deux cas possibles, la probabilité n'est pas la moitié. Au contraire, la clef pour les dépêches du temps du B. M. C. donne quatorze termes pour l'état du ciel, onze termes pour l'eau tombée, quatorze pour la température et quatorze pour les observations générales.

La probabilité pour la réussite de la prévision concernant l'état du ciel est donc de $\frac{1}{14}$; les autres sont respectivement $\frac{1}{11}$, $\frac{1}{14}$ et $\frac{1}{14}$. En moyenne, elle serait donc de $\frac{1}{13}$. Comme la prévision contient 2 à 4 de ces termes, la probabilité qu'une prévision entière sera juste est donc $\frac{1}{2} \times \frac{1}{13}$ à $\frac{1}{4} \times \frac{1}{13}$, soit $\frac{1}{26}$ à $\frac{1}{52}$ (au lieu de $\frac{1}{2}$), soit 4 % à 2 % (au lieu de 50 %).

M. HIRSCH avoue ne pas saisir la portée des arguments avancés par M. Weber; lorsqu'on produit, comme l'honorable professeur, la statistique des « réussites » des prédictions journalières du temps pendant plusieurs années, il s'agit non pas d'un petit nombre de cas, mais bien de plus d'un millier de faits, auxquels par conséquent il est permis d'appliquer les règles du calcul de probabilité.

D'autre part, M. Hirsch ne comprend pas l'augmentation tirée de la « clef pour les dépêches du temps »; si cette clef contient, par exemple, pour l'eau tombée 11 termes, qui se rapportent évidemment aux différentes formes que la vapeur condensée dans l'atmosphère peut revêtir dans les différentes saisons, il ne s'ensuit pas qu'en prédisant au hasard la pluie en été ou la neige en hiver, le prophète du temps ait choisi une chance sur onze. Du reste, M. Hirsch, en faisant la remarque destinée à une appréciation plus saine des nombres, suivant lui, fantastiques des « réussites » exprimé en pour cent, n'a pas eu l'intention d'ouvrir au sein de la Société une discussion avec M. le professeur Weber sur le calcul des probabilités.

M. le Dr Georges BOREL communique à la Société plusieurs cas intéressants de maladies du cerveau affectant la vue. Il s'ensuit une longue causerie, à laquelle prennent part presque tous les membres présents, et qui dure jusqu'à la fin de la séance.

SÉANCE DU 11 AVRIL 1889

Présidence de M. Louis COULON

MM. HIRSCH et BILLETER présentent comme candidat M. *Arthur Dubied*, professeur.

M. JACCARD lit l'introduction d'un mémoire qu'il se propose de publier sur les mines d'asphalte du Val-de-Travers. (Voir p. 108.)

M. BILLETER constate que le côté chimique de la question n'a jamais été suffisamment étudié, et il se met à la disposition de M. Jaccard pour le cas où celui-ci voudrait joindre une étude de ce genre à son ouvrage.

M. JACCARD a tenu à placer son travail sous les auspices de la Société et a compté sur le concours de M. Billeter, qu'il accepte avec reconnaissance.

M. RITTER lit un travail sur *La formation des lacs du Jura et sur quelques phénomènes d'érosion des rives de ces lacs*; il termine en proposant à la Société de voter un crédit de cent francs pour lui permettre de recueillir et de déposer au Musée plusieurs témoins des anciens niveaux du lac, entre autres une plaque de rocher des Saars, portant de curieuses traces d'érosion. (Voir p. 87.)

M. L. FAVRE appuie la proposition de M. Ritter et demande si l'on ne ferait pas bien, pendant qu'il en est temps encore, de relever la position des pilotis des stations lacustres mises à découvert par l'abaissement des eaux du Jura, pour les reporter sur la carte au 1/25000.

La proposition de M. Ritter est adoptée à l'unanimité.

SÉANCE DU 25 AVRIL 1889

Présidence de M. Louis COULON

M. Arthur DUBIED, professeur, est nommé à l'unanimité membre de la Société.

M. L. FAVRE fait à la Société une communication sur la Station centrale d'électricité de Mulhouse, qu'il a visitée pendant les vacances. (Voir p. 72.)

M. WEBER fait suivre le travail de M. Favre de quelques observations techniques; il insiste sur l'évolution que subit actuellement la construction des machines dynamos; on tend en effet à diminuer autant que possible la vitesse de ces machines et on en construit aujourd'hui de très bonnes, marchant à 600 et 800 tours, tandis qu'il

y a quelques années, des vitesses de 1200 et 1400 tours n'étaient pas rares; on est aussi arrivé, par le perfectionnement de quelques détails, à éviter presque complètement les étincelles aux balais, ce qui influe d'une manière heureuse sur la régularité de la marche de ces machines.

M. RUSS-SUCHARD a visité avec un vif intérêt la station centrale de Milan; il fait des vœux pour que notre ville soit bientôt dotée de l'éclairage électrique.

Il entretient ensuite la Société d'un accident d'éclairage électrique qui est arrivé dans sa maison d'habitation à Serrières. Il y avait installé l'éclairage avec des lampes Edison, qui reçoivent leur lumière d'une batterie d'accumulateurs fournie par la « Electric Power Storage Company » à Londres. Deux de ces lampes, de 16 bougies et 50 volts, ont été suspendues provisoirement dans les globes des lampadaires à gaz.

Un soir de l'automne dernier, la dame de la maison tournait elle-même le robinet d'une des lampes Edison, lorsqu'une détonation, ressemblant à un fort coup de pistolet, se fit entendre. Revenue de sa frayeur, M^{me} R. constata que la douille seule de la lampe existait encore, tandis que la lampe elle-même avait disparu jusqu'au dernier vestige; une poussière impalpable de verre était répandue sur la table et dans toute la chambre.

L'accident n'avait pas pu être produit par un courant dépassant la capacité de la lampe, car les autres lampes avaient continué à brûler et les plombs de sûreté de la conduite étaient intacts. La douille de la lampe et les communications intérieures n'avaient point souffert, car une autre lampe, introduite dans la douille, brûla parfaitement bien.

Malgré des démarches faites auprès des usines d'Ærlikon (qui avaient installé tout le système d'éclairage), de la Edison Company et de la Electric Power Storage Company, aucune explication ne put être obtenue sur la cause

de ce phénomène, qui paraissait ne pas avoir été signalé encore à ces différents spécialistes.

M. Russ lut quelques mois plus tard dans un journal de Cologne le récit d'un accident semblable arrivé dans une fabrique près d'Opladen, mais ayant eu cette fois des suites graves: une lampe à incandescence Edison avait aussi fait explosion et, n'étant pas protégée par un globe comme dans le cas relaté ci-haut, les débris du verre blessèrent si fortement un ouvrier à la figure et particulièrement aux yeux, qu'il dut être transporté à l'hôpital de Müllheim.

Cette communication est suivie d'une courte discussion entre MM. les professeurs Weber et Billeter, de laquelle il résulte que l'explosion du globe lumineux doit être attribuée à un désagrégement lent des molécules du verre qui, finalement, ne pouvant plus résister à la pression atmosphérique, céda subitement.

M. RUSS-SUCHARD raconte dans une charmante causerie quelques épisodes d'un voyage qu'il a fait récemment en Egypte, et fait assister les membres présents à plusieurs incidents tragiques ou gais, tout en les intéressant vivement par la description du canal de Suez.

M. WEBER présente à la Société un tableau graphique donnant la comparaison des résultats de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel avec les prévisions de Zurich; l'accord lui paraît satisfaisant.

M. le D^r DE PURY communique à la Société la balance de ses comptes au 31 décembre 1888; le solde en caisse est de 2077 fr. 35 et il constate que, pendant l'année 1888, 2 membres ont été enlevés par la mort, 4 ont démissionné et enfin 3 nouveaux membres ont été reçus.

SÉANCE DU 9 MAI 1889

Présidence de M. Louis COULON

M. RITTER propose d'examiner la question d'une course à laquelle prendraient part tous les membres de la Société, et pour laquelle il demande un petit crédit afin de permettre les études spéciales qui pourraient se présenter pendant son cours, telles que relevés géologiques, etc., suivant en cela les usages des sociétés analogues à la nôtre.

M. HIRSCH et M. le PRÉSIDENT appuient vivement M. Ritter et engagent les membres de la Société à s'inscrire nombreux pour cette promenade.

M. WEBER communique le résultat de ses expériences au sujet des nouveaux accumulateurs de Marly.

M. RUSS constate que les accumulateurs qu'il a fait placer dans sa fabrique de Serrières ont marché jusqu'à présent à son entière satisfaction et ont l'air d'être encore en parfait état, malgré un certain manque de soins et l'usage un peu forcé qui en a été fait.

M. TRIPET présente un fragment de canne à sucre, que M. Russ a rapporté de son voyage en Egypte. Il annonce en outre un envoi de bulbes de tulipes fait par M. le Dr E. Levier, de Florence, pour le jardin botanique de l'Académie.

M. RITTER présente de nombreuses cartes et études concernant la distribution d'eau potable qu'il propose d'établir pour le village de Saint-Imier. (Voir p. 64.)

SÉANCE DU 23 MAI 1889

Présidence de M. Louis COULON

M. WEBER rend compte à la Société du résultat de ses expériences sur la pile charbon-zinc, grand modèle.

M. BILLETER prie la Société de se rendre dans l'auditoire de chimie, où il a préparé une série d'expériences sur la coloration artificielle des vins. M. Billeter passe rapidement en revue les principaux colorants artificiels et leurs réactifs; il communique un nouveau procédé pour reconnaître la coloration artificielle des vins; ce procédé a été découvert par M. A. Pagnoul, directeur de la station agronomique du Pas-de-Calais.

En versant 5 à 20 gouttes de vin dans 10 cm³ d'une solution de savon (obtenue en mélangeant 5 cm³ de la solution hydrotimétrique avec 5 cm³ d'eau), la couleur naturelle du vin disparaît entièrement, tandis que les colorations artificielles restent stables, à l'exception toutefois de celles qui ont la fuchsine pour base.

Ce procédé, quoique moins sensible que d'autres méthodes pour bien des colorants, donné cependant des résultats très satisfaisants et se recommande dès lors par sa grande simplicité.

La solution hydrotimétrique de savon se prépare en dissolvant 50 grammes de savon de Marseille dans un mélange de 800 cm³ d'alcool et 500 cm³ d'eau.

M. WEBER remercie M. Billeter de sa communication; il pense que le moyen facile qu'il a indiqué pour décolorer le vin contribuera beaucoup à calmer l'irritation bien naturelle des maîtresses de maison, dont les belles nappes viennent d'être tachées par la maladresse de leurs époux, car il leur permettra de faire disparaître rapidement le corps du délit.

M. BILLETER, loin de croire qu'il apprendra quelque chose à une ménagère, en lui disant que le savon décolore le vin, est convaincu, au contraire, que c'est à une de ces nombreuses maladroites dont parle M. Weber que le chimiste-analyste est redevable de l'invention du procédé.

M. BÉRANECK entretient la Société de l'origine de l'œil des vertébrés.

M. Paul GODET a été vivement intéressé par le travail de M. Béraneck; il le croit très fécond en résultats intéressants et ne peut que féliciter l'auteur d'avoir entrepris cette étude.

M. RITTER présente quelques cailloux glaciaires provenant du sondage qui se fait actuellement derrière le Crêt. M. Ritter nous les montre comme complément de l'étude qu'il a présentée il y a quelques semaines; leur présence dans la couche qu'a atteinte le sondage est une preuve de l'exactitude de sa théorie.

M. JACCARD fait un résumé de son mémoire sur les gisements d'asphalte. (Voir p. 108.)

SÉANCE DU 6 JUIN 1889

Présidence de M. Louis COULON

M. BÉRANECK expose les principes sur lesquels repose la nouvelle lampe à microscope du D^r W. Kochs et Max Wolz. Cette lampe est une application très ingénieuse de la réflexion totale. D'après ses inventeurs, elle est appelée à rendre de grands services aux micrographes, car, avec son emploi, on peut se passer de miroir et de condensateurs; mais si cette lampe est parfaite en théorie, elle est loin de l'être en pratique. Elle fournit un éclairage assez brillant, il est vrai, mais d'un brillant laiteux

qui diminue la netteté de l'image microscopique. En somme, une bonne lampe ordinaire fournit pour les observations microscopiques une lumière tout aussi bonne, si ce n'est meilleure.

M. HILFIKER lit une communication sur *Une équation personnelle dans les observations de passage*, faisant suite à celle parue dans un des derniers Bulletins de notre Société. Par une comparaison minutieuse de la méthode à l'ouïe et de la méthode chronographique, l'auteur, se basant sur un grand nombre d'observations faites pendant plusieurs années, est arrivé à la conclusion que son équation personnelle absolue va toujours en diminuant. De positive, elle est devenue négative. Ces variations descendantes de l'équation tendent vers une certaine limite qui, pour l'observateur en question, paraît avoir été atteinte, car la dernière série d'observations de M. le D^r Hilfiker montre que son équation personnelle reste maintenant constante. (Voir p. 82.)

M. RITTER fait voir à la Société un caillou urgonien pris sur les rives du lac de Neuchâtel et creusé d'une marmite. Ce fait vient à l'appui de sa théorie sur l'existence d'un ancien lac quaternaire, ayant occupé la cuvette du lac de Neuchâtel actuel et dont l'ancien lit, non remanié, est recouvert par des dépôts glaciaires.

M. Ritter analyse en outre la lettre qu'il a adressée aux Chambres françaises en réponse aux critiques peu fondées faites par la Commission des eaux de l'Avre à son projet de dérivation des eaux du lac de Neuchâtel pour l'alimentation de Paris. Il remet à la Société un certain nombre d'exemplaires de la réfutation qu'il a publiée, et fait lecture du chapitre relatif à la pureté des eaux profondes des lacs suisses.

Voici ce chapitre, qui intéresse les personnes qui s'occupent de la qualité des eaux de notre lac :

CINQUIÈME RÉPONSE DE LA COMMISSION

Est-il démontré ensuite que les eaux des lacs suisses soient supérieures à celles des fleuves, car elles sont exposées comme ces dernières aux mêmes causes de contamination. Dans le cas même où l'on tenterait d'aller rechercher dans les profondeurs du lac des eaux de sources ou de glacier au milieu d'autres eaux moins pures, l'expérience apprend que la séparation des eaux vierges d'avec les eaux sauvages dans une même nappe est chose pratiquement impossible.

Réplique : Autant de phrases, autant de suppositions mal fondées ou d'erreurs manifestes.

D'une part, les intéressants débats qui ont eu lieu à Zurich, où la ville est alimentée par les eaux du lac, et à propos d'une épidémie de fièvre typhoïde que l'on attribuait à l'usage de ces eaux, alors qu'elle résultait de canaux défectueux; d'autre part, l'emploi des eaux du lac Léman pour la ville de Genève, aujourd'hui alimentée exclusivement par ces eaux, sont des réponses décisives à l'insinuation que les bonnes eaux dans les lacs sont introuvables et inséparables des eaux mauvaises et corrompues.

A notre tour, nous dirons que l'expérience n'a jamais appris autre chose, sinon que les eaux des grands lacs suisses sont, à une certaine profondeur, admirables de qualité comme potabilité, fraîcheur et aération, et que nulle eau de source ne peut leur être comparée sous ce triple rapport.

Voilà la vérité, et les expériences des deux villes citées, de 70 000 âmes de population chacune, qui ne consomment que de cette eau, villes des plus salubres parmi les villes salubres, sont là pour répondre victorieusement à la Commission.

Si nous projetons de prendre l'eau à 80 mètres de profondeur, plutôt qu'à quelques mètres seulement, comme

le font ces villes, c'est uniquement une question de fraîcheur et de masse et pour être toujours en dehors de la zone des courants et des vents, qui agitent les eaux de surface et en transforment et oxydent rapidement les matières impures, avant leur descente lente et leur conservation finale durant des années dans les couches profondes.

Vouloir ignorer le contraire et le publier dans un rapport aux Chambres françaises, où l'on conseille et vante même l'emploi d'eau de source en contact avec des eaux de surface, puisque celles-ci y arrivent incontestablement après 45 heures seulement, ensuite d'expériences faites à la fluorescine (voir p. 90 du rapport), c'est là faire acte formel d'ignorance et vouloir suspecter d'avance une chose pour n'avoir pas à l'examiner à fond. Procédé aussi peu scientifique que désavantageux aux populations parisiennes qu'il s'agirait pourtant une fois pour toutes d'abreuver amplement et complètement de bonne eau, plutôt que de le faire toujours si insuffisamment et par suite si désastreusement pour la santé publique.

Aucun savant n'oserait venir en Suisse se livrer à de semblables affirmations sur l'eau des lacs sans y être la risée de la population cultivée.

Admettre une eau notoirement en contact direct possible, après quelques heures, avec des eaux de surface, pour l'alimentation d'une ville, serait chose absolument jugée et rejetée par tout Conseil d'édiles.

Que les Conseils parisiens, c'est-à-dire de la ville des lumières, acceptent les yeux fermés et en vertu des subtilités auxquelles on a recours dans le rapport (voir p. 90 à 99) de l'eau contenant par centimètre cube à la source même (voir p. 8) :

404 bactéries,
58 micrococcus,
11 bacilles,
31 bactériens,

soit un total de . . 504 micro-organismes, résultant pré-

cisément de ces arrivages d'eau de surface, c'est là pour nous un fait aussi attristant que peu justifiable en fait de science économique, surtout avec la perspective de voir quelquefois, selon l'ingénieur en chef du département d'Eure et Loir, M. Cahen, le volume d'eau réduit de 50%, ce qui, dans ce cas, constituera un véritable désastre pour la santé publique, parce qu'il faudra sans doute avoir derechef recours à la détestable et dangereuse eau de la Seine pour y parer.

Nous ne pouvons que déplorer de semblables procédés d'information, d'analyse et de discussion, comme aussi déplorer non moins vivement l'état de choses qui en résultera et qui ne sera qu'une page de plus à ajouter aux misères sanitaires de Paris en matière d'eau.

M. Ritter annonce qu'il tient à la disposition des membres de la Société, que la question peut intéresser, un exemplaire de sa réfutation.

M. le D^r ALBRECHT lit un résumé de nos connaissances actuelles sur l'histologie du système lymphatique; il explique de quelle manière les glandes lymphatiques s'hyperplasient sous l'influence d'une dyscrasie comme la scrofule. Il indique l'issue de ces hyperplasies, quels sont les traitements à suivre, et démontre un volumineux lymphadenome, de la grosseur d'un rognon humain, extirpé par lui le 23 avril 1889 sur un jeune homme. Cette tumeur lymphatique siégeait dans la région sous-maxillaire droite et défigurait au plus haut point le visage du malade. Quoique la plaie fût grande, elle guérit très rapidement. Le drain a pu être enlevé après 48 heures, et la cicatrisation définitive avait lieu après une semaine. Ces résultats heureux ne s'obtiennent que grâce à une hémostasie complète, une aseptie minutieuse et la compression par un pansement approprié. La cicatrice qui a résulté de cette opération a été absolument linéaire et à peine visible. C'est ce procédé qui est le

plus recommandable quand le traitement interne se montre insuffisant et quand le siège ou la grosseur de la glande exigent une intervention chirurgicale.

M. L. FAVRE fait la communication suivante :

Vers la fin de l'été dernier, je reçus de M. J., pasteur à Lignières, un champignon à lui inconnu, trouvé à la lisière de la forêt, mais dont la forme singulière avait piqué sa curiosité. C'était une boule blanche, de la grosseur d'une petite pomme, munie d'un appendice qu'on aurait pu prendre pour une racine. Je reconnus, au premier coup d'œil, un jeune *Phallus impudicus* encore enveloppé de son volva. Toutefois, pour m'en assurer, je le coupai par le milieu dans le sens longitudinal et constatai au centre la présence de cette espèce de morille jaune verdâtre qui forme la partie supérieure de ce végétal lorsqu'il est complètement développé, et qui simulait alors le jaune d'un œuf cuit dur entouré de son blanc. L'expérience faite, je jetai les deux moitiés du champignon et ne m'en occupai plus.

Deux jours après, ma domestique, fort intriguée, me présenta une de ces moitiés, qu'elle avait conservée à mon insu, et dont le développement s'était accompli comme si le végétal fût demeuré entier. Il était long de plus de 20 centimètres et avait la forme, la coloration et tous les caractères d'un *Phallus* adulte qu'on aurait coupé dans le sens longitudinal. Exposé à l'air, dans une assiette, sans eau, derrière une fenêtre pendant deux jours et une nuit, ce fragment, que je croyais destiné à périr, avait accompli imperturbablement son évolution ordinaire, allongé sa partie supérieure dont la forme est caractéristique, tandis que la base prenait l'aspect glaireux que chacun connaît. En outre il dégageait l'abominable odeur qui l'a rendu odieux et qui est capable d'empester une maison dans l'espace de quelques minutes.

Cette observation n'est pas nouvelle, je le sais, mais elle est si singulière que je me suis demandé, ainsi que

d'autres l'ont fait, par quel procédé peut s'opérer cet accroissement étrange, par multiplication ou par expansion des cellules. J'ai vu des morilles coniques, présentant un tissu normal, végéter sur un caillou siliceux, d'autres sur du sable fort maigre; on m'en a apporté qui avaient poussé entre deux pavés. Si le champignon tire sa substance d'un *substratum* en décomposition, comme on l'admet généralement, comment ceux-là se forment-ils? Sans doute l'eau, en cas pareil, joue un rôle considérable; après une pluie chaude de printemps ou d'été, les champignons apparaissent et s'accroissent avec une inconcevable rapidité; morilles, mousserons, agarics comestibles, russules, chanterelles, bolets, apparaissent comme par l'effet d'une explosion. Il doit y avoir à la fois expansion des cellules, ainsi qu'on le voit dans les nostocs, et multiplication de celles-ci pour expliquer l'opulence des tissus, surtout chez les espèces comestibles. Dans l'expérience par laquelle on fait éclater avec une détonation bruyante un jeune *Phallus* encore entouré de son volva, on a soin de placer de l'eau au fond du vase plein de terre dans lequel on l'ensevelit. Tandis que dans le cas qui nous occupe, non seulement le champignon était placé sur une assiette sans eau, mais il était coupé en deux hémisphères et l'intérieur mis à nu devait favoriser l'évaporation et la dessiccation des tissus.

L'explication de ce fait, qui aurait pu passer inaperçu, ne me semble donc pas aisée, et je prends la liberté d'attirer l'attention des botanistes sur les difficultés qu'il soulève et qui ont bien leur intérêt.



LISTE

DES

OUVRAGES REÇUS PAR LA SOCIÉTÉ

De juin 1888 à septembre 1889.

- Albany.* 1. New-York state Museum of natur. hist. — 1. Bull., vol. I, 2-6; — 2. Ann. Report of the trustees, n^{os} 40 a. 41.
2. New-York state library. — Ann. Report, n^{os} 70 a. 71.
3. Geolog. Survey of the state of New-York. — Palæontology, vol. VII : Trilobites a. other Crustacea, by James Hall.
- Altenburg.* Naturf. Gesellsch. — Mittheil. aus dem Osterlande, neue Folge, B. 4.
- Amsterdam.* Kön. zoölog. Genootschap. — Feest-Nummer uitgegeven by gelegenheid van het 50-jarig bestaan van het Genootschap, 1888.
- Annecy.* Soc. florimontane. — Revue savoisienne, 29^{me} ann., 7-12; 30^{me} ann., 1-5 et 8.
- Augusta* (Maine). Report of the Commissioner of fisheries of the state of Maine, 1871-79 and 1881.
- Auxerre.* Soc. des sc. hist. et natur. de l'Yonne. — Bull., 41 et 42.
- Bâle.* Naturforsch. Gesellsch. — Verhandl., 8. Theil, 2.
- Bar-sur-Seine.* Soc. d'apiculture de l'Aube. — Bull., n^{os} 103, 105-109.
- Beaune.* Soc. d'hist., d'archéol. et litt. — Mém., 2^{me} sér., 1886 et 1887.
- Berlin.* 1. K. Pr. Akad. d. Wissenschaften. — 1. Sitzungsber. 1888, 21-29, 31-52; 1889, 1-21. — 2. Verzeichniss d. eingegang. Druckschriften, 1888, 4. Vierteljahr.
2. Deutsche geolog. Gesellsch. — Zeitschrift, XL, 1-4.

- Berne.* 1. Naturf. Gesellsch. — Mittheil., 1887, nos 1169-1194; 1888, nos 1195-1214.
2. Commission géodés. suisse. — Le Réseau de Triangulat. suisse, 3^{me} vol. : la Mensuration des Bases, par A. Hirsch et J. Dumur.
- Besançon.* Soc. d'Emulation du Doubs. — Mém., 5^{me} sér., vol. 9 et 10; 6^{me} sér., vol. 1 et 2.
- Bistritz.* Gewerbeschule. — Jahresber. XIII u. XIV.
- Bonn.* Naturhist. Verein der preuss. Rheinlande u. Westfalens. — Verhandl., Jahrg. 45 u. 46.
- Bordeaux.* 1. Soc. linnéenne. — Actes, XL, sér. 4, T. X; XLI, 1-3 et Procès-verb.
2. Soc. des sc. phys. et natur. — Mém., sér. 3, T. II, 2; III, 1 et 2.
- Boston.* Soc. of natur. history. — 1. Mem., vol. IV, 1-6. — 2. Proceed., vol. XXIII, 3 a. 4.
- Brême.* Naturwissenschaftl. Verein. — Abhandl., X, 3.
- Briim.* Naturforsch. Verein. — 1. Verhandl., XXVI. — 2. Meteorolog. Comm. — Ber. VI.
- Bruxelles.* 1. Acad. royale des sc., lettres et beaux-arts de Belgique. — 1. Bull., 3^{me} sér., T. XIII-XVI. — 2. Annuaire, 1888 et 1889.
2. Soc. belge de microscopie. — 1. Annales, T. XII. — 2. Bull., 15^{me} ann., 1.
3. Soc. royale malacolog. de Belgique. — Procès-verb., T. XVII, p. I-LII.
4. Soc. entomolog. de Belgique. — Annales, T. XXXI.
- Budapest.* K. Ungar. geolog. Anstalt. — 1. Jahresber. für 1886 u. 1887; — 2. Mittheil. aus dem Jahrb. B. VIII, 6-8; — 3. Földtani Közlöny : Geolog. Mittheil., XVIII, 1-12; XIX, 1-6; — 4. Publicationen : Ludwig Petrik : a) Ueber die Verwendbarkeit der Ryolithe f. die Zwecke der keramischen Industrie; b) Der Hollobaazer (Radvanyez) Ryolith-Kaolin.
- Caen.* Soc. linnéenne de Normandie. — Bull., 4^{me} sér., 1^{er} vol.
- Calcutta.* Geolog. Survey of India. — 1. Mem., Palæontologia Indica, sér. X, vol. IV, 3; ser. XIII, vol. I, 7; — 2. Mem., vol. XXIV, 1; — 3. Records, vol. XXI, 2-4; XXII, 1 a. 2; — 4. A manual of the geology of India, part. IV, Mineralogy, by F. R. Mallet.

- Cambridge.* Museum of comparat. Zoölogy. — Bull., XIII, 9; XIV, XV, XVI, 3-5; XVII, 1-4.
- Catane.* Accad. gioenia di sc. natur. — 1. Atti, ser. 3, XX; — 2. Bull. mensile, 1-6.
- Chambéry.* Acad. des sc., belles-lettres et arts de Savoie. — Documents, T. VI.
- Cherbourg.* Soc. nation. des sc. natur. et mathém. — Mém., XXV.
- Christiania.* 1. Norwegisch. Meteorolog. Institut. — Jahrb. für 1885, 1886 u. 1887.
2. Videnskabs-selskabet. — Forkandlinger, 1887.
3. Universitäts-Sternwarte. — Zonenbeobachtungen der Sterne zwischen $64^{\circ}50'$ und $70^{\circ}10'$ nördl. Declination, herausgegeben v. C. Fearnley u. H. Geelmuyden.
- Coimbra.* Soc. Broteriana. — Bol., V, 4; VI, 1, 3 et 4; VII, 1.
- Coire.* Naturf. Gesellsch. Graubündens. — Jahresber., XXXII.
- Colmar.* Soc. d'hist. natur. — Bull., 27-29, ann. 1886-88.
- Cordoba* (Républ. Argent.) Acad. nacional de ciencias. — Bol., T. X, 2; XI, 1 e 2.
- Danzig.* Naturforsch. Gesellsch. — Schriften, B. VII, 2.
- Darmstadt.* Ver. für Erdkunde u. Mittelrheinischen geolog. Verein. — Notizblatt, IV. Folge, 8.
- Davenport.* Acad. of natur. sciences. — Proceed., V, 1.
- Dax.* Soc. de Borda. — Bull., 1888, 2-4; 1889, 1 et 3.
- Donaueschingen.* Ver. für Geschichte u. Naturgesch., Heft VII.
- Dresden.* Naturwiss. Gesellschaft Isis. — Sitzungsber. u. Abhandl., 1888.
- Dublin.* 1. Royal geolog. Soc. of Ireland. — Journ., XVII, 2.
2. Royal Dublin Soc. of sciences. — 1. Scientif. transact., ser. II, vol. III, 14; IV, 1-5; — 2. Scientif. Proceed., vol. V, 7 a. 8; VI, 1-6.
- Edimbourg.* Royal phys. Soc. — Proceed., 1887-88.
- Epinal.* Soc. d'Emulat. des Vosges. — Annales, 1888.
- Erlangen.* Phys.-Medicin. Soc. — Sitzungsber., 19. Heft.
- Frankfort-s/M.* Senckenberg. naturf. Gesellsch. — 1. Ber., 1888; — 2. Abhandl., B. XV, 3.
- Frauenfeld.* Thurgauische naturf. Gesellsch. — Mittheil., 8. Heft.

Freiburg-i/B. Naturforsch. Gesellsch. — Ber., B. II, III et IV.
Fribourg. Soc. frib. des sc. natur. — Bull., 5^{me} à 8^{me} années,
1883-1887.

Genève. Soc. de phy. et d'hist. natur. — Rapp. ann. du président, 1888.

Giessen. Oberhessische Gesellsch. für Natur- u. Heilkunde. — Ber., XXVI.

Glasgow. Natur. hist. Soc. — Proceed. a. Transact., new ser., vol. II, 1.

Graz. Naturwissenschaftl. Ver. für Steiermark. — Mittheil., 1887 u. 1888.

Greifswald. Naturwissenschaftl. Ver. für Neu-Vorpommern u. Rügen. — Mittheil., Jahrg. 19 u. 20.

Halle-a/S. 1. Ver. für Erkunde. — Mittheil., 1888.

2. Naturwissenschaftl. Ver. für Sachsen u. Thüringen. — Zeitschrift, B. LXI, 1-6.

Hanovre. Naturhist. Gesellsch. — Jahresber., 34-37.

Harlem. 1. Soc. holland. des sc. — 1. Archives néerland. des sc. exactes et natur., XXII, 4 et 5; XXIII, 1-4.

2. Musée Teyler. — 1. Archives, sér. II, vol. III, 2 et 3; — 2. Catalogue de la biblioth., livr. 7 et 8.

Harrisburg. 1. Geolog. Survey of Pennsylvania. — Ann. report for 1886, parts III a. IV, and Atlas 000.

2. Second geolog. Survey of Pennsylvania. — 1. AA. Second rep. of progress in the Anthracite coal Region; — 2. AA. Atlas Northern anthracite Field, parts II-IV; Atlas Eastern Middle Anthrac. Field, part II; Atlas to reports HH and HHH; — 3. Atlas Western Middle Anthracite Field, II: C Atlas Buchs a. Montgomery counties; — 4. Museum Catalogue, 3.

Havre. Soc. géolog. de Normandie. — Bull., T. XI.

Helsingfors. 1. Soc. pro fauna et flora Fennica. — 1. Acta, III et IV; — 2. Meddelanden, h. 14.

2. Finlands Geologiska undersökning. — Beskrifning till Kartbladet nos 10-11.

Innsbruck. Ferdinandeum. — Zeitschrift, 3. Folge, H. 32.

Karlsruhe. Naturwissenschaftl. Verein. — Verhandl., 10. B., 1883-1888.

- Kiel.** 1. Naturwissenschaftl. Ver. für Schleswig-Holstein. — Schriften, VII, 2.
2. Sternwarte in Kiel. — Publicationen : 1. Das Aequinoctium für 1860,0; Untersuchungen über das Cometen-system 1843 I, 1880 I u. 1882 II, 1. Theil der grosse Septembercomet 1882 II; — 2. Bestimmung des Längenunterschiedes zwischen den Sternwarten von Altona u. Kiel, von Dr. Peters.
- Klagenfurt.** Naturhistor. Landes-Museums v. Kärnten. — 1. Jahrb., Heft 18; — 2. Bericht über die Wirksamkeit des Museums, 1885.
- Königsberg.** Physikal.-ökonom. Gesellsch. — Schriften, 28. Jahr.
- Lausanne.** 1. Soc. vaudoise des sc. natur. — Bull., 3^{me} sér., XXIII, 97; XXIV, 98 et 99.
2. Soc. géolog. suisse. — Recueil périodique, 1888, III.
3. Association pro Aventico. — Bull. n^o 2.
- Leipzig.** 1. Naturforsch. Gesellschaft. — Sitzungsber., 13 u. 14 : Jahrg. 1886-87.
2. Zoolog. Anzeiger, N^{os} 280-291, 294-308, 311 u. 313.
- Liège.** Soc. royale des sc. — Mém., 2^{me} sér., XV,
- Lille.** Soc. géolog. du Nord. — Annales, XIV.
- Linz.** Verein für Naturkunde. — Jahresber., 18.
- Londres.** 1. Royal Soc. — Proceed., XLIII, 265; XLIV, 266, 268-72; XLV, 273-279; XLVI, 280 a. 281.
2. Zoolog. Soc. — Proceed. for the year 1888, part I.
- Madrid.** Observatorio de Madrid. — 1. Resumen de las observac. meteorolog. efect. en la peninsula, etc., 1883, 1884, 1885 y 1887; — 2. Observac. meteorolog., 1882 y 1883; 1884 y 1885.
- Magdebourg.** Naturwissenschaftl. Verein. — 1. Jahresber. u. Abhandl., 1887; — 2. Das Innere der Erde : Vortrag v. Dr. E. Hintzmann,
- Manchester.** Literary a. philos. Soc. — 1. Mem., 3th ser., X; — 2. Proceed., XXV a. XXVI; — 3. Mem. a. Proceed., 4th ser., vol. I.
- Marseille.** Soc. de statistique. — Compte rendu de 1887 : Rapport sur les concours.
- Mecklenburg.** Ver. der Freunde der Naturgeschichte. — Archiv., Jahrg. 42.



Melbourne. Natur-history of Victoria : Prodromus of the zoology of Victoria : Decades XVI a. XVII, by Fr. McCoy.

Meriden (Connect.) Scientif. Assoc. — Proceed. a. Transact., 1887-88, vol. III.

Mexico. Sociedad científica « Antonio Alzate ». — Memorias, T. I, 12; II, 9-10.

Milan. Soc. italiana di sc. natur. — Atti, XXX.

Montréal. Royal Soc. of Canada. — Proceed. a. Transact., V.

Moscou. Soc. impér. des naturalistes. — 1. Bull., 1888, 2-4; 1889, 1; — 2. Beilage : Meteorolog. Beobacht., 1888, 1 u. 2.

Munich. K. bayer. Akad. der Wissenschaften. — Sitzungsber. der mathem.-physik. Classe, 1887, III; 1888, I u. II.

Nancy. Soc. des sciences, — Bull., sér. 2, IX, 21.

Neuchâtel. Soc. helvét. pour l'échange des plantes. — Catalog. des pl. distrib. en 1888.

New-Haven. 1. Connecticut Acad. of arts a. sciences. — Transact., VII, 2.

2. American Journ. of sciences, XXXVI, 211-213, 215, 216 a. 218; XXXVII, 219-222; XXXVIII, 223-225.

3. Contribut. to meteorology, by E. Loomis. — Chapt. III, 1888.

New-Orleans. Acad. of sciences. — Annals, IV, 10 a. 11.

New-York. Acad. of sciences. — Annals, IV, 3 a. 4.

Orléans. Soc. d'agricult., sc., belles-lettres et arts. — Mém., XXVII, XXVIII, XXIX, 1 et 2.

Ottawa. Commission géolog. et d'hist. natur. du Canada. — 1. Rapport annuel, nouv. sér., vol. II, 1886; — 2. Map-pes accompagnant le rapport.

Padoue. Soc. Veneto-Trent. di sc. natur. — 1. Atti, X, 2; — 2. Bull. IV, 2 e 3.

Paris. 1. Soc. zoolog. de France. — Bull., 1887, 5 et 6; 1888, 1.

2. Soc. géolog. de France. — 1. Mém., 3^{me} sér., V, 1; — 2. Bull., XV, 7 et 8; XVI, 1-5.

3. Bureau international des poids et mesures. — Travaux et mém. du bureau, T. VI.

4. Feuille des Jeunes natural., nos 213 et 221. — Catalogue de la bibliothèque, fasc. 5.

- Philadelphie.* Acad. of natur. sc. — Proceed., 1887, III; 1888, I; 1889, I-III.
- Pise.* Soc. toscana di sc. natur. — 1. Mem., IX; — 2. Proc. verb., VI, fol. 105-254; — 3. Commemorazione di Giuseppe Meneghini, 24 Marzo 1889.
- Portland.* Soc. of natur. history. — 1. Proceed., session of 1880-81, 9-14 a. 16; 1881-82, 1-4, 8-11; 1888-89, 9; — 2. A catalog. of the birds of Portland.
- Raleigh.* Elisha Mitchell scientif. Soc. — Journal, 1887.
- Ratisbonne.* Naturwissenschaftl. Ver. — Bericht, I. Heft.
- Rio-de-Janeiro.* Instituto hist. e geogr. do Brazil. — Revista trimensal, T. L, 3 e 4; LII, 1.
- Rochelle (La).* Soc. des sc. natur. de la Charente-Infér. — Annales, 23 et 24.
- Rome.* 1. Reale Accad. dei Lincei. — Atti, ser. 4: Rendiconti, 1888, 1^o sem., IV, 6-13; 2^o sem., IV, 1-12; 1889, 1^o sem., V, 1-12.
2. R. Comit. geolog. d'Italia. — Mémoires per servire alla descrizione della carta geolog. d'Italia, vol. III, 2.
3. Biblioth. nazion. centr. Vittorio-Emmanuele. — Boll. delle opere moderne straniere, vol. II: Indice alfab.; vol. III, 1-6; vol. IV, 1 e 2.
- Rouen.* 1. Soc. de médecine de Rouen. — Bull., 2^{me} série., vol. I.
2. Soc. libre d'émulation de la Seine-Inférieure. — Bull., 1887-88.
- Saint-Dié.* Soc. philomat. vosgienne. — Bull., 14^{me} ann.
- Saint-Gall.* Naturwissenschaftl. Gesellsch. — Ber., 1886-87.
- Saint-Louis.* Acad. of science. — Transact., vol. V, 1 a 2.
- Saint-Paul.* Geolog. a. natur. hist. Survey of Minnesota. — 1. Ann. report, 15 a. 16; — 2. Bull., nos 2-4.
- Saint-Petersbourg.* 1. Acad. impér. des sciences. — 1. Mém., 7^{me} sér., XXXVI, 1-16; — 2. Bull., XXXII, 2-4.
2. Horto Petropolitani. — Acta, X, 2.
- Salem.* 1. Essex Institute. — Bull., 19, 1-12.
2. American Associat. for the advanc. of. sc. — Proceed. of 36th meeting held at New-York, August 1887.
- San-Francisco.* California Acad. of sc. — 1. Memoirs, vol. II, 1 a 2; — 2. Bull., vol. 2, n^o 8; — 3. Proceed., 2th ser., vol. I, 1 a. 2.

San-José (Costa-Rica). Instituto meteorolog. nacional. — Bol. trimestral, nos 1-3.

Stockholm. Entomolog. Tidskrift, Arg. 9, h. 1-4.

Stuttgart. Ver. für vaterländ. Naturkunde in Württemberg. — Jahresh. 44.

Sydney. Royal Soc. of N.-S. Wales. — Journal and Proceed., XXI a. XXII, 1 a. 2.

Toulouse. Soc. des sc. phys. et natur. — Bull., T. VII.

Trenton (N.-J.) Natur. hist. Society. — Journal, vol. I, n° 3 : January 1888.

Trieste. Soc. adriatica dei sc. natur. — Boll., XI.

Tromsö. Museum. — 1. Aarsberetn. for 1887; — 2. Aarshefter, XI.

Turin. 1. Reale Accad. delle sc. — Atti, XXIII, 9-15; XXIV, 1-12.

2. Osservatorio della R. Università di Torino. — Boll., anno XXII.

Venise. Notarisia : Commentar. phycolog. — Anno 1888, 11 e 12; 1889, 14 e 15; — Index generalis annorum I-III (1886-88).

Vienne. 1. K. k. geolog. Reichsanstalt. — 1. Jahrb., XXXVII, 3-4, XXXVIII, 1-4; — 2. Verhandl., 1888, 6 u. 8-18; 1889, 1-9.

2. K. k. Akad. der Wissenschaften. — 1. Sitzungsber. : 1. Abtheil., XCV, XCVI u. XCVII, 1-5; 2. Abtheil. a) : XCV, 3-5; XCVI, 1-5; XCVII, 1-7; 2. Abtheil. b) : XCVII, 1-7; 3. Abtheil., XCV, XCVI u. XCVII, 1-6.

3. K. k. zoolog.-botan. Gesellsch. — Verhandl., XXXVIII, 3 u. 4; XXXIX, 1 u. 2.

4. Verein zur Verbreit. naturwissenschaftl. Kenntnisse. — Schriften, XXVIII.

Washington. 1. Departm. of the interior. — 1. Geolog. Survey of U.-S., nos 40-47; — 2. Mineral resources of the U.-S. : Calendar, year 1887.

2. Smithon. Inst. — 1. Ann. report of the board of regents for 1885, part II; 1886, part I; — 2. Miscellan. collections, XXXI-XXXIII.

3. U.-S. geolog. Survey. — Monographs, XII.

Wiesbaden. Nassauischer Ver. für Naturkunde. — Jahrb., 41.

Würzburg. Physik.-medizin. Gesellschaft. — Sitzungsber., Jahrg. 1888.

Zurich. 1. Schweizerische geodätische Commission. — Das schweizerische Dreiecknetz, 4. Band.

2. Schweizer. gemeinnützig. Gesellsch. — Zeitschrift für Gemeinnützigkeit, XXVII. Jahrgang, Heft 4.

OUVRAGES REÇUS DE DIVERS SAVANTS

Amis de la Société.

~~~~~

*Goppelsröder, Dr Fr., prof.* — 1. Ueber Capillar-Analyse u. ihre verschiedene Anwendungen, sowie über das Emporsteigen der Farbstoffe in den Pflanzen; — 2. Beilagen; — 3. Farbelectrochemische Mittheilungen.

*Marcou, J., prof.* — Barrande and the Taconic system.

*Ritter, G.* — L'alimentation de Paris par les eaux des lacs du Jura suisse.

*Sacco, Dr Federico.* — Les terrains tertiaires de la Suisse. Observations nouvelles.

*Wolf, Dr Rud.* — Astronomische Mittheil., LXX, p. 369-412.

---

✱

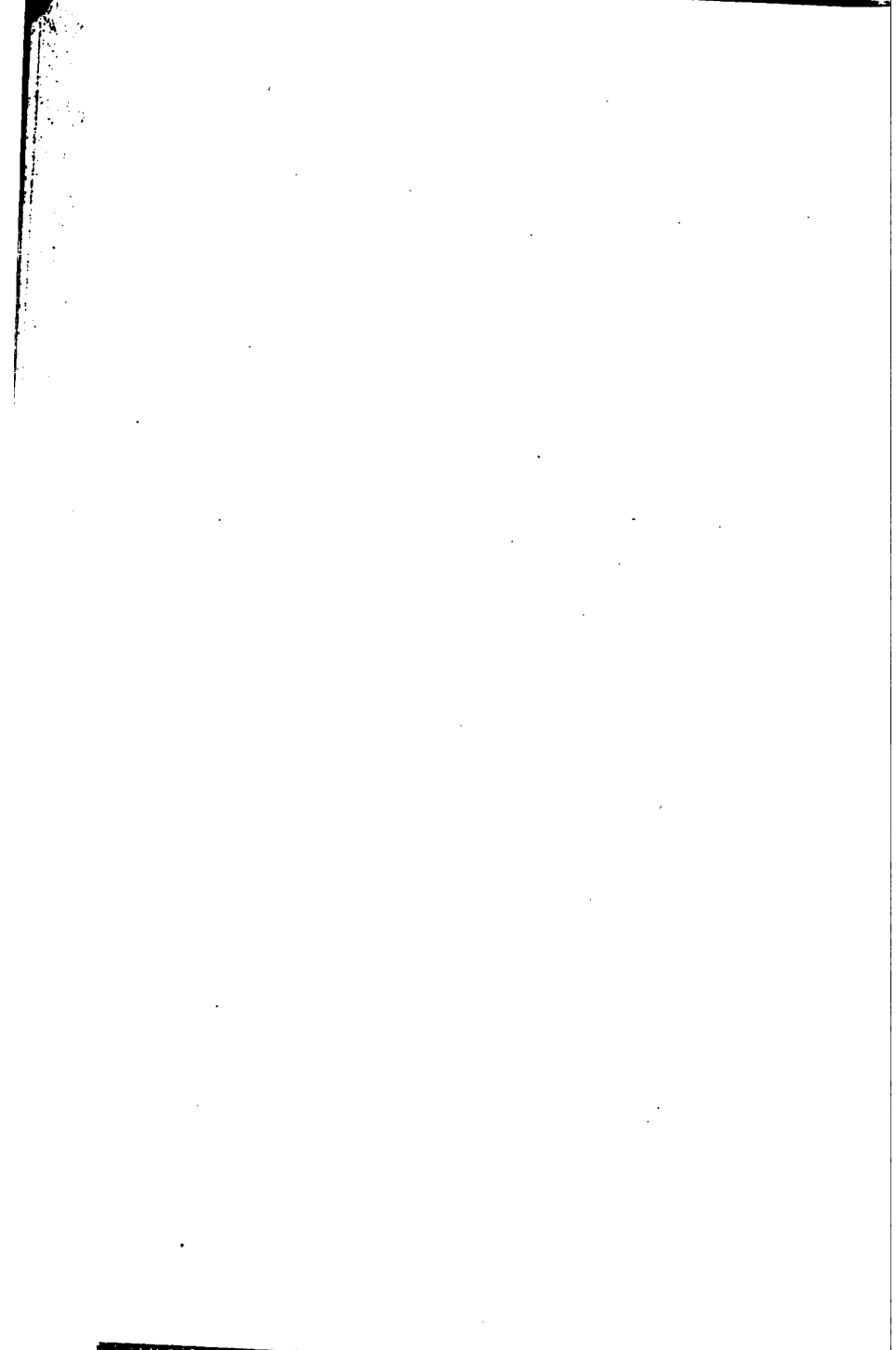


# TABLE DES MÉMOIRES

DU TOME XVII

|                                                                                                                                           | Pages |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <i>J. Hilfiker.</i> — Influence de la pression de l'air sur la marche des chronomètres . . . . .                                          | 3     |
| <i>O. Billeter.</i> — Sur le dosage du fusel dans les spiritueux . . . . .                                                                | 23    |
| <i>G. Ritter.</i> — Formation de quelques sources du Jura neuchâtelois et en particulier de la source néocomienne de Bonvillars . . . . . | 25    |
| <i>L. Isely.</i> Courbes et équations de mortalité . . . . .                                                                              | 38    |
| <i>R. Weber.</i> — La lampe à arc de la fabrique de locomotives à Winterthour . . . . .                                                   | 48    |
| <i>H. Ladame.</i> — Projet de gare avec élévateur à Serrières . . . . .                                                                   | 52    |
| <i>R. Weber.</i> — Note sur les accumulateurs J.-L. Huber, de la maison Blanc & C <sup>ie</sup> , à Marly . . . . .                       | 56    |
| <i>L. Favre.</i> — Explosion d'une chaudière à vapeur à Belmont, près d'Yverdon . . . . .                                                 | 60    |
| <i>G. Ritter.</i> — Les sources du Val-de-Saint-Imier . . . . .                                                                           | 64    |
| <i>L. Favre.</i> — Station centrale d'éclairage électrique à Mulhouse . . . . .                                                           | 72    |
| <i>G. Ritter.</i> — Note sur le sondage exécuté en avant du Crêt par la Commune de Neuchâtel . . . . .                                    | 79    |
| <i>J. Hilfiker.</i> — Sur une équation personnelle dans les observations de passage . . . . .                                             | 82    |
| <i>G. Ritter.</i> — Notice sur la formation des lacs du Jura et sur quelques phénomènes d'érosion des rives de ces lacs . . . . .         | 87    |
| <i>A. Jaccard.</i> — Etudes géologiques sur l'asphalte et le bitume au Val-de-Travers, dans le Jura et la Haute-Savoie . . . . .          | 108   |





# TABLE DES MATIÈRES

## DU TOME XVII

---

### A. AFFAIRES ADMINISTRATIVES

|                                                                                                                                                                  | Pages                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Nomination du Bureau pour l'exercice 1888-89 . . . .                                                                                                             | 213                  |
| Nomination d'une Commission chargée de la publication<br>des observations limnimétriques du lac de Neuchâtel                                                     | 213                  |
| Maintien du jeudi comme jour des réunions de la Société                                                                                                          | 214<br>et 215        |
| Réception de nouveaux membres actifs                                                                                                                             | 214, 222, 231 et 235 |
| Crédit voté en vue de recueillir pour le Musée des<br>témoins des anciens niveaux du lac et de relever la<br>position des pilotis des stations lacustres . . . . | 235                  |
| Comptes de la Société pour l'année 1888 . . . . .                                                                                                                | 237                  |

### B. TRAVAUX SCIENTIFIQUES

#### MATHÉMATIQUES

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| Courbes et équations de mortalité. <i>L. Isely</i> . . . | 38 et 222 |
|----------------------------------------------------------|-----------|

#### ASTRONOMIE, GÉODÉSIE ET MÉTÉOROLOGIE

|                                                                                                                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Influence de la pression de l'air sur la marche des chro-<br>nomètres. <i>J. Hilfiker</i> . . . . .                                                       | 3 et 224  |
| Sur une équation personnelle dans les observations de<br>passage. <i>J. Hilfiker</i> . . . . .                                                            | 82 et 241 |
| Compte rendu de la session de la Commission perma-<br>nente de l'Association géodésique internationale à<br>Salzbourg en 1888. <i>A. Hirsch</i> . . . . . | 216       |
| La prévision du temps pour Neuchâtel en 1887 et 1888;<br>résultat des comparaisons pour les années 1883 à<br>1888. <i>R. Weber</i> . . . . .              | 227       |

|                                                                                                                                            |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Discussion au sujet d'une proposition de M. Weber concernant l'affichage public des bulletins du Bureau central de Zurich . . . . .        | 229 et 231 |
| Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal sur le concours des chronomètres observés pendant l'année 1888. <i>A. Hirsch</i> . App. I. |            |
| Procès-verbal de la 32 <sup>me</sup> séance de la Commission géodésique suisse. <i>A. Hirsch</i> . App. II.                                |            |

### PHYSIQUE

|                                                                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| La lampe à arc de la fabrique de locomotives à Winterthour. <i>R. Weber</i> . . . . .                                | 48        |
| Note sur les accumulateurs J.-L. Huber, de la maison E. Blanc & C <sup>ie</sup> , à Marly. <i>R. Weber</i> . . . . . | 56 et 223 |
| Station centrale d'éclairage électrique à Mulhouse. <i>L. Favre</i> . . . . .                                        | 72 et 235 |
| Démonstration de lampes électriques de différents systèmes. <i>R. Weber</i> . . . . .                                | 226       |
| Accidents produits par l'éclairage électrique. <i>C. Russ</i> . . . . .                                              | 236       |

### CHIMIE

|                                                                                                    |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Sur le dosage du fusel dans les spiritueux. <i>O. Billeter</i> . . . . .                           | 23     |
|                                                                                                    | et 214 |
| Sur le dosage de l'amidon dans le chocolat. <i>O. Billeter</i> . . . . .                           | 36     |
|                                                                                                    | et 222 |
| Nouveau procédé pour reconnaître la coloration artificielle des vins. <i>O. Billeter</i> . . . . . | 239    |

### GÉOLOGIE

|                                                                                                                                         |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Formation de quelques sources du Jura neuchâtelois et en particulier de la source néocomienne de Bonvillars. <i>G. Ritter</i> . . . . . | 25 et 221 |
| Les sources du Val-de-Saint-Imier. <i>G. Ritter</i> . . . . .                                                                           | 64 et 238 |
| Note sur le sondage exécuté en avant du Crêt par la Commune de Neuchâtel. <i>G. Ritter</i> . . . . .                                    | 79 et 240 |
| Notice sur la formation des lacs du Jura et sur quelques phénomènes d'érosion des rives de ces lacs. <i>G. Ritter</i> . . . . .         | 87        |
|                                                                                                                                         | et 235    |

|                                                                                                                               |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Etudes géologiques sur l'asphalte et le bitume au Val-de-Travers, dans le Jura et la Haute-Savoie. <i>A. Jacard</i> . . . . . | 108, 234 et 240 |
| Caillou urgonien du lac de Neuchâtel, creusé d'une marmite. <i>G. Ritter</i> . . . . .                                        | 244             |

# BOTANIQUE

|                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Envoi de bulbes de tulipes fait par M. le Dr Levier pour le jardin de l'Académie. <i>F. Tripet</i> . . . . . | 238 |
| Développement singulier d'un <i>Phallus impudicus</i> . <i>L. Favre</i> . . . . .                            | 245 |

# ZOOLOGIE, ANATOMIE

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| Jeunes becs-croisés. <i>L. Coulon</i> . . . . .              | 221 |
| Origine de l'œil des vertébrés. <i>Edm. Béraneck</i> . . . . | 240 |

# MÉDECINE

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Extirpation d'une volumineuse tumeur lymphatique. <i>H. Albrecht</i> . . . . . | 244 |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|

# DIVERS

|                                                                                         |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Projet de gare avec élévateur à Serrières. <i>H. Ladame</i> . . . . .                   | 52                  |
| Explosion d'une chaudière à vapeur à Belmont, près d'Yverdon. <i>L. Favre</i> . . . . . | et 230<br>60 et 224 |
| Projet d'alimentation d'eau de la ville de Paris. <i>G. Ritter</i> . . . . .            | 218                 |
| Lampe à microscope du Dr W. Kochs et Max Wolz. <i>Edm. Béraneck</i> . . . . .           | 240                 |
| Pureté des eaux profondes des lacs suisses. <i>G. Ritter</i> . . . .                    | 241                 |



## ERRATA

---

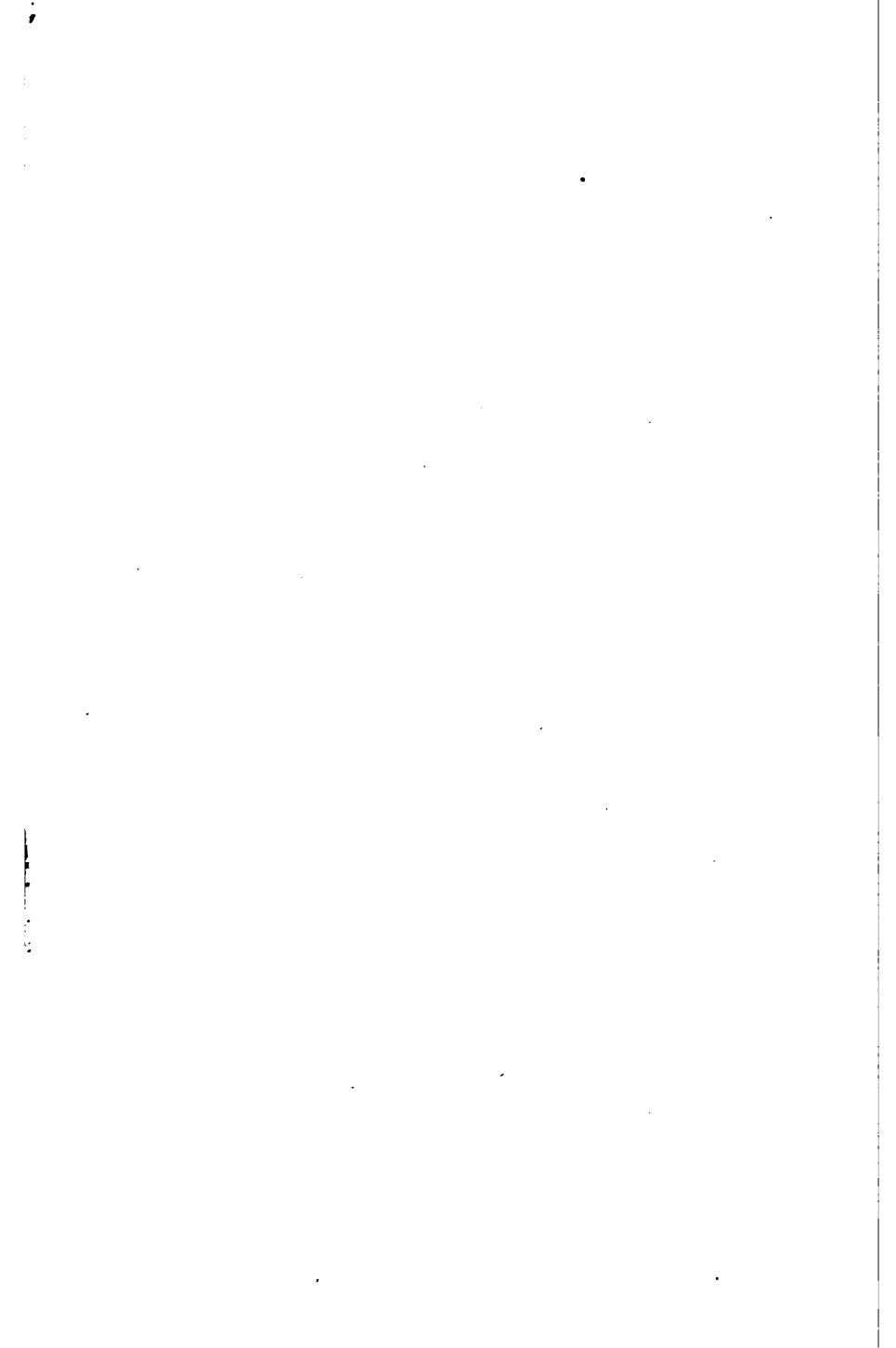
Page 150, au lieu de pl. III, lire : pl. II.

Page 150, au lieu de pl. IV, lire : pl. III.





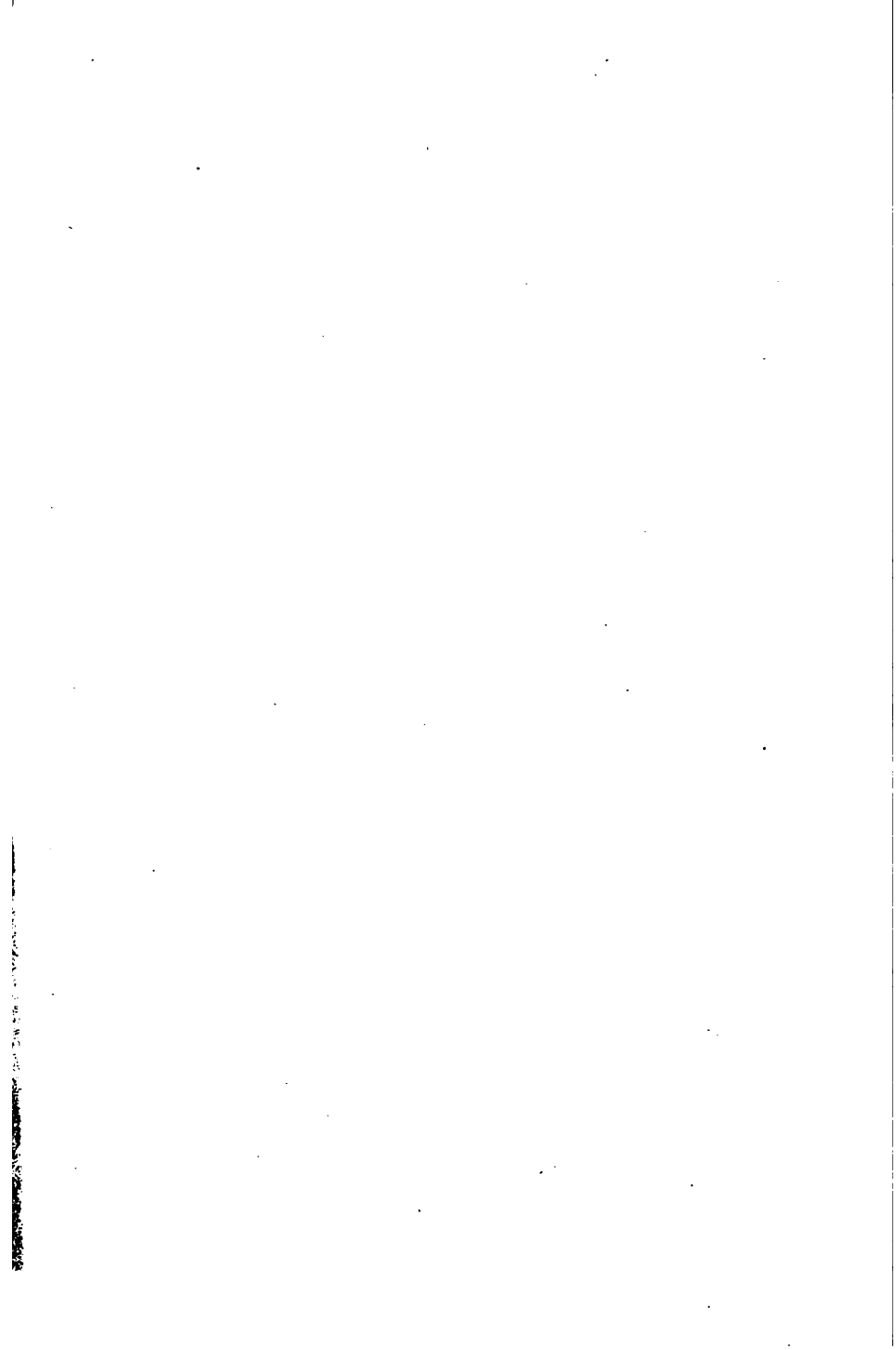




**RAPPORT**  
**DU**  
**DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE CANTONAL**  
**DE NEUCHÂTEL**  
**AU**  
**DÉPARTEMENT DE L'INDUSTRIE ET DE L'AGRICULTURE**  
**SUR LE**  
**CONCOURS DES CHRONOMÈTRES**  
**OBSERVÉS**  
**PENDANT L'ANNÉE 1888**



**LOCLE**  
**SOCIÉTÉ LOCLOISE D'IMPRIMERIE**  
**1889**



# RAPPORT

SUR LE

## CONCOURS DES CHRONOMÈTRES

OBSERVÉS EN 1888

A

### L'OBSERVATOIRE DE NEUCHÂTEL

---

MONSIEUR LE CONSEILLER D'ÉTAT,

J'ai la satisfaction de commencer le rapport sur les chronomètres observés dans l'année 1888, en constatant une amélioration sensible, dans la plupart des éléments, sur les résultats consignés dans les rapports des dernières années et qui trahissaient un certain relâchement, soit dans la construction, soit dans le réglage des chronomètres.

Ainsi, quant au nombre des chronomètres qui ont été présentés en 1888, il dépasse déjà légèrement celui de l'année précédente, savoir 346 contre 341. La différence est encore plus sensible pour le nombre des pièces qui ont pu obtenir un bulletin de marche, car l'Observatoire a délivré, en 1888, 262 bulletins contre 238 en 1887. En effet, il n'y a eu dans cette dernière année que 84 chronomètres, soit le 24 %, qui ont dû être renvoyés sans bulletin pour une cause quelconque, tandis que l'année précédente, cette catégorie comprenait 103 pièces, soit le 30 %.

Comme d'habitude, je représenterai par le tableau suivant la marche de notre chronométrie dans les dix dernières années.

| Années | Chronomètres<br>présentés | Bulletins<br>délivrés | Chronomètres<br>renvoyés<br>sans bulletin |
|--------|---------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|
| 1879   | 165                       | 127                   | 23 %                                      |
| 1880   | 170                       | 134                   | 21                                        |
| 1881   | 270                       | 228                   | 16                                        |
| 1882   | 306                       | 234                   | 23                                        |
| 1883   | 503                       | 383                   | 24                                        |
| 1884   | 346                       | 269                   | 22                                        |
| 1885   | 459                       | 326                   | 29                                        |
| 1886   | 324                       | 237                   | 27                                        |
| 1887   | 341                       | 238                   | 30                                        |
| 1888   | 346                       | 262                   | 24                                        |

Par l'examen de ce tableau, on peut se convaincre que si l'année 1888 n'a pas été à ce point de vue la meilleure de toutes, il y a eu un progrès marquant si on la compare aux trois dernières années, et que la proportion des chronomètres auxquels il n'a pu être délivré de bulletin est retombée au quart du nombre total, comme autrefois. Si l'on considère les différentes causes qui ont exigé le renvoi de ces pièces, on retrouve de nouveau comme principale, la trop forte variation diurne dépassant 2<sup>s</sup> ; le réglage de la marche au temps moyen n'a dépassé cette fois la limite de 10<sup>s</sup> que pour 14 chronomètres, soit le 17 %. Le réglage de la compensation n'a dépassé la limite réglementaire (< 0<sup>s</sup>,5) que pour 2 chronomètres.

Voici du reste le tableau comparatif des différentes causes de renvoi :

|                                                                                                           | En 1886 |         | En 1887 |         | En 1886 |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
|                                                                                                           | Nombre  | %       | Nombre  | %       | Nombre  | %        |
| 1. Nombre de chronomètres que les fabricants ont retirés avant la fin de l'épreuve.                       | 17      | = 20 %  | 16      | = 15 %  | 10      | = 11,5 % |
| 2. Nombre de chronomètres qui n'étaient pas réglés assez près du temps moyen (marche > 10 <sup>s</sup> ). | 14      | = 17 %  | 22      | = 21 %  | 10      | = 11,5 % |
| 3. Nombre de chronomètres qui ont montré des variations diurnes dépassant 2 <sup>s</sup> .                | 45      | = 54 %  | 59      | = 57 %  | 54      | = 62 %   |
| 4. Nombre de chronomètres qui n'étaient pas suffisamment compensés (> 0 <sup>s</sup> ,5 par degré).       | 2       | = 2 %   | 1       | = 1 %   | 5       | = 6 %    |
| 5. Nombre de chronomètres qui se sont arrêtés pendant l'épreuve.                                          | 6       | = 7 %   | 5       | = 5 %   | 8       | = 9 %    |
| Total . .                                                                                                 | 84      | = 100 % | 103     | = 100 % | 87      | = 100 %  |

Ce retour vers le mieux confirme les considérations par lesquelles j'ai essayé de démontrer dans mon dernier rapport que le nombre relativement élevé des chronomètres retournés sans bulletin, dans les dernières années, ne devait pas être attribué à des conditions trop rigoureuses du règlement.

Cette même conséquence résulte du reste de la statistique comparative des différents éléments de marche pour les 262 chronomètres qui, en 1888, ont pu obtenir le bulletin de l'Observatoire, statistique que je vais maintenant vous soumettre dans la forme suivie jusqu'à présent.

Voici d'abord le tableau de provenance des chronomètres observés en 1888 :

|                                 |          |     |              |   |        |
|---------------------------------|----------|-----|--------------|---|--------|
| <i>Chaux-de-Fonds</i>           | a envoyé | 132 | chronomètres | = | 50,4 % |
| <i>Locle</i>                    | »        | 73  | »            | = | 28 %   |
| <i>Brenets</i>                  | »        | 17  | »            | = | 6,5 %  |
| <i>Ponts</i>                    | »        | 15  | »            | = | 6 %    |
| <i>Fleurier</i>                 | »        | 9   | »            | = | 3,4 %  |
| <i>Neuchâtel</i>                | »        | 6   | »            | = | 2 %    |
| <hr/>                           |          |     |              |   |        |
| <i>Le Canton de Neuchâtel</i>   | a envoyé | 252 | chronomètres | = | 96,3 % |
| <i>Genève</i>                   | »        | 6   | »            | = | 2,3 %  |
| <i>Bienne</i>                   | »        | 3   | »            | = | 1 %    |
| <i>St<sup>e</sup>-Croix</i>     | »        | 1   | »            | = | 0,4 %  |
| <hr/>                           |          |     |              |   |        |
| <i>D'autres cantons suisses</i> | »        | 10  | »            | = | 3,7 %  |
| <hr/>                           |          |     |              |   |        |
| Total                           | .        | 262 | chronomètres | = | 100 %  |

Il ressort de ce tableau que, quant aux centres neuchâtelois, leur ordre n'a pas changé pour les quatre premiers; seulement l'importance relative de la Chaux-de-Fonds est allée encore en augmentant, car cette localité a envoyé cette fois-ci la moitié de tous les chronomètres. Le Locle en a présenté exactement le même nombre (73) qu'en 1887, en sorte que



les deux centres principaux du canton figurent cette fois pour 78,5 % du nombre total de chronomètres observés. Par contre, les pièces provenant d'autres cantons ne forment en 1888 que le 4 %, au lieu de 11 % qu'ils étaient l'année dernière.

Après avoir classé les chronomètres d'après leur provenance, passons à leur répartition dans les quatre classes prévues par le règlement. Comme d'habitude, j'établis le tableau comparatif avec les deux années précédentes :

| Classes                                                                                                    | 1888       | 1887       | 1886       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|
| A. <i>Chronomètres de marine</i> , observés pendant 2 mois. . . . .                                        | 12         | 8          | 10         |
| B. <i>Chronomètres de poche</i> , observés pendant 6 semaines, en 5 positions . .                          | 42         | 27         | 41         |
| C. <i>Chronomètres de poche</i> , observés pendant 1 mois, en 2 positions . . .                            | 61         | 74         | 76         |
| D. <i>Chronomètres de poche</i> , observés pendant 15 jours, à plat et à la température ambiante . . . . . | 147        | 129        | 110        |
| Total . .                                                                                                  | <u>262</u> | <u>238</u> | <u>237</u> |

On voit en premier lieu, par ce tableau, que le nombre des chronomètres de marine va en augmentant et, comme on le constatera dans la suite, leur qualité va en se perfectionnant; l'heureux développement de cette branche, que j'ai déjà fait entrevoir à différentes reprises dans ces rapports, semble se maintenir. En effet, les trois éléments principaux qui déterminent la qualité de ces instruments de précision, la variation d'un jour à l'autre, la compensation et la constance de la marche avec le temps, montrent pour la moyenne des douze pièces observées cette année, une grande perfection, ainsi que cela résulte du rapprochement suivant :

| Chronomètres observés | Variation moyenne diurne | Variation par 1 <sup>o</sup> | Différence de marche entre les semaines extrêmes |
|-----------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1887                  | $\pm 0^s,17$             | $\pm 0^s,086$                | 1 <sup>s</sup> ,75                               |
| 1888                  | $\pm 0^s,15$             | $\pm 0^s,042$                | 0 <sup>s</sup> ,84                               |

Pour les chronomètres de poche de la classe B, qui subissent les épreuves les plus complètes, je constate avec plaisir que leur nombre s'est relevé également au taux des meilleures années, et que leur qualité n'a en tout cas pas diminué.

Par contre, le nombre des chronomètres soumis à l'épreuve d'un mois a un peu baissé, tandis que les montres que les fabricants nous adressent pour l'épreuve la moins complète, ont de nouveau augmenté en nombre, et comprennent cette fois plus de la moitié de tous les chronomètres observés.

Il sera utile de faire voir dans un tableau, comprenant les cinq dernières années, la variation diurne moyenne pour les quatre classes de chronomètres observés.

| Classe | 1888               | 1887               | 1886               | 1885                            | 1884               |
|--------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|
| A.     | $\pm 0^s,15$       | $\pm 0^s,17$       | $\pm 0^s,17$       | $\pm 0^s,22_s$                  | $\pm 0^s,13$       |
| B.     | 0 <sup>s</sup> ,49 | 0 <sup>s</sup> ,49 | 0 <sup>s</sup> ,49 | 0 <sup>s</sup> ,46 <sub>s</sub> | 0 <sup>s</sup> ,45 |
| C.     | 0 <sup>s</sup> ,47 | 0 <sup>s</sup> ,51 | 0 <sup>s</sup> ,53 | 0 <sup>s</sup> ,56 <sub>s</sub> | 0 <sup>s</sup> ,56 |
| D.     | 0 <sup>s</sup> ,55 | 0 <sup>s</sup> ,55 | 0 <sup>s</sup> ,51 | 0 <sup>s</sup> ,59              | 0 <sup>s</sup> ,62 |
| Total  | $\pm 0^s,50_s$     | $\pm 0^s,52$       | $\pm 0^s,50$       | $\pm 0^s,56_s$                  | $\pm 0^s,58$       |

Non seulement on y remarque que la variation générale de la marche d'un jour à l'autre est revenue, à quelques millièmes près, à la demi-seconde qu'on avait atteinte dans les meilleures années ; mais pour les classes A et C, on trouve une amélio-

ration sensible, tandis que pour les classes B et D, la variation est la même que pour l'année dernière; et, si on fait abstraction de la classe D, la variation diurne des trois premières classes n'est en moyenne pour cette année que de  $\pm 0^s,446$ , tandis qu'elle était en 1887 de  $\pm 0^s,48$ .

Pour se rendre compte de l'influence des principaux échappements employés dans la chronométrie, sur la variation diurne, je vais l'exposer de nouveau comme suit :

|     |              |              |                                               |              |
|-----|--------------|--------------|-----------------------------------------------|--------------|
| 157 | chronomètres | à ancre      | ont donné pour la variation diurne en moyenne | $\pm 0^s,52$ |
| 84  | »            | à bascule    | » » » » » » » » »                             | $\pm 0^s,54$ |
| 13  | »            | à ressort    | » » » » » » » » »                             | $\pm 0^s,20$ |
| 8   | »            | à tourbillon | » » » » » » » » »                             | $\pm 0^s,42$ |

262 chronomètres en tout ont fourni une variation

diurne générale de . . . . .  $\pm 0^s,50_6$

En regard des rapports précédents, on remarque cette fois que l'échappement à ancre, bien qu'il représente un chiffre relatif un peu moins considérable, 60 %, en 1888, au lieu de 74 % en 1887, reste toujours le plus usité. Le nombre de pièces munies d'échappement à bascule et à tourbillon a presque doublé par rapport à l'année dernière; enfin, le nombre des échappements à ressort est resté à peu près le même, et cette fois encore, celui des chronomètres de poche qui en ont été pourvus est très faible (2), tandis que toutes les montres marines, à l'exception d'une, étaient munies de l'échappement à ressort.

C'est cette circonstance surtout qui explique le fait que la variation moyenne, consignée dans le tableau ci-dessus pour l'échappement à ressort, est de beaucoup la plus faible. L'échappement à ancre a conservé cette fois encore sa grande régularité et maintient ainsi le rang que les chronométriers neuchâtelois ont su lui gagner parmi les échappements de

précision. L'échappement à bascule a montré en 1888 une légère amélioration ; tandis que sur les huit pièces à tourbillon il s'en est trouvé quelques-unes moins bien exécutées, qui ont fait élever la moyenne de la variation d'environ un quart par rapport au résultat des dernières années. D'ailleurs, on comprendra mieux les qualités et le perfectionnement des différents échappements par le tableau suivant, indiquant les variations moyennes des échappements pendant les 27 ans écoulés depuis le commencement de ces études de statistique chronométrique.

Variation diurne d'après le genre de l'échappement.

| ANNÉES                                           | ÉCHAPPEMENT à       |                     |                     |                     | Moyenne<br>de<br>l'année |
|--------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|
|                                                  | Ancre               | Bascule             | Ressort             | Tourbillon          |                          |
| 1862. . . .                                      | 1 <sup>s</sup> ,51  | 1 <sup>s</sup> ,80  | 1 <sup>s</sup> ,02  | 2 <sup>s</sup> ,30  | 1 <sup>s</sup> ,61       |
| 1863. . . .                                      | 1 ,39               | 1 ,28               | 1 ,37               | 0 ,64               | 1 ,28                    |
| 1864. . . .                                      | 1 ,14               | 1 ,47               | 1 ,17               | 0 ,66               | 1 ,27                    |
| 1865. . . .                                      | 0 ,89               | 1 ,01               | 0 ,70               | 0 ,42               | 0 ,88                    |
| 1866. . . .                                      | 0 ,67               | 0 ,73               | 1 ,01               | 0 ,35               | 0 ,74                    |
| 1867. . . .                                      | 0 ,70               | 0 ,61               | 0 ,74               | 0 ,52               | 0 ,66                    |
| 1868. . . .                                      | 0 ,57               | 0 ,56               | 0 ,66               | 0 ,29               | 0 ,57                    |
| 1869. . . .                                      | 0 ,61               | 0 ,58               | 0 ,60               | 0 ,55               | 0 ,60                    |
| 1870. . . .                                      | 0 ,53               | 0 ,62               | 0 ,52               | 0 ,40               | 0 ,54                    |
| 1871. . . .                                      | 0 ,56               | 0 ,53               | 0 ,47               | 0 ,56               | 0 ,55                    |
| 1872. . . .                                      | 0 ,53               | 0 ,46               | 0 ,54               | 0 ,58               | 0 ,52                    |
| 1873. . . .                                      | 0 ,62               | 0 ,63               | 0 ,56               | 0 ,72               | 0 ,62                    |
| 1874. . . .                                      | 0 ,54               | 0 ,52               | 0 ,48               | 0 ,60               | 0 ,53                    |
| 1875. . . .                                      | 0 ,46               | 0 ,47               | 0 ,17               | 0 ,49               | 0 ,46                    |
| 1876. . . .                                      | 0 ,54               | 0 ,53               | 0 ,53               | 0 ,24               | 0 ,53                    |
| 1877. . . .                                      | 0 ,51               | 0 ,59               | 0 ,25               | 0 ,52               | 0 ,51                    |
| 1878. . . .                                      | 0 ,62               | 0 ,56               | 0 ,32               | 0 ,58               | 0 ,60                    |
| 1879. . . .                                      | 0 ,66               | 0 ,59               | 0 ,22               | 0 ,35               | 0 ,61                    |
| 1880. . . .                                      | 0 ,50               | 0 ,51               | 0 ,28               | —                   | 0 ,49                    |
| 1881. . . .                                      | 0 ,53               | 0 ,55               | 0 ,25               | 0 ,38               | 0 ,52                    |
| 1882. . . .                                      | 0 ,52               | 0 ,66               | 0 ,78               | 0 ,43               | 0 ,55                    |
| 1883. . . .                                      | 0 ,56               | 0 ,50               | 0 ,43               | 0 ,35               | 0 ,54                    |
| 1884. . . .                                      | 0 ,60               | 0 ,55               | 0 ,21               | 0 ,33               | 0 ,58                    |
| 1885. . . .                                      | 0 ,57               | 0 ,57               | 0 ,38               | 0 ,39               | 0 ,57                    |
| 1886. . . .                                      | 0 ,51               | 0 ,51               | 0 ,22               | 0 ,29               | 0 ,50                    |
| 1887. . . .                                      | 0 ,52               | 0 ,57               | 0 ,33               | 0 ,32               | 0 ,52                    |
| 1888. . . .                                      | 0 ,52               | 0 ,54               | 0 ,20               | 0 ,42               | 0 ,50 <sub>6</sub>       |
| Variation moyenne des 27<br>ans (de 1862 à 1888) | 0 <sup>s</sup> ,567 | 0 <sup>s</sup> ,637 | 0 <sup>s</sup> ,531 | 0 <sup>s</sup> ,561 | 0 <sup>s</sup> ,580      |
| donnée par le nombre de<br>chronomètres . .      | 3496                | 1039                | 244                 | 109                 | 4888                     |

Sans vouloir entrer dans les détails des conclusions que l'on peut tirer de ce tableau comparatif, je tiens cependant à constater le fait que, non seulement les résultats de la dernière année sont beaucoup plus favorables que les moyennes de toute la période, ce qui prouve la continuité du progrès, mais encore on remarque une reprise sensible de la perfection des chronomètres observés en 1888, comparativement à ceux des dernières années, ce qui permet de nouveau d'insister sur le fait réjouissant que *les chronomètres fabriqués dans notre pays présentent en moyenne une régularité de marche telle que, d'un jour à l'autre, ils ne varient plus que d'une demi-seconde.*

Je continue à établir en la forme usitée, dans le tableau suivant, les variations diurnes moyennes montrées par les chronomètres munis des différentes espèces de spiraux, soit pour l'année écoulée, soit pour la période s'étendant sur les 18 dernières années, pendant lesquelles j'ai relevé l'influence du spiral sur la marche.

**Variation diurne moyenne d'après le genre de spiral.**

| GENRE DE SPIRAL                                   | En 1888          |                   | De 1871 à 1888   |                   |
|---------------------------------------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
|                                                   | Variation diurne | Donnée par chron. | Variation diurne | Donnée par chron. |
| Spiral plat à courbe terminale Phillips . . .     | $\pm 0^s,48$     | 114               | $\pm 0^s,55$     | 2755              |
| Spiral plat à 2 courbes terminales Phillips . .   | 0 ,51            | 16                | 0 ,49            | 384               |
| Spiral cylindrique Phillips                       | 0 ,52            | 9                 | 0 ,45            | 228               |
| Spiral cylindrique Phillips à 2 courbes . . . . . | 0 ,20            | 8                 | 0 ,29            | 11                |
| Moyenne des spiraux Phillips                      | $\pm 0 ,47$      | 147               | $\pm 0 ,53$      | 3378              |
| Spiral Breguet . . . . .                          | $\pm 0 ,59$      | 54                | $\pm 0 ,54$      | 613               |
| Spiral cylindrique ordinaire . . . . .            | 0 ,53            | 55                | 0 ,57            | 257               |
| Spiral sphérique ordinaire . . . . .              | 0 ,45            | 6                 | 0 ,52            | 68                |
| Moyenne des spiraux ordinaires                    | $\pm 0 ,55$      | 115               | $\pm 0 ,57$      | 938               |
| Moyenne générale                                  | $\pm 0 ,50_6$    | 262               | $\pm 0 ,54$      | 4316              |

Je regrette d'avoir à constater que la proportion des spiraux à courbes théoriques de Phillips, bien que sa supériorité théorique ait été confirmée par l'expérience d'une longue série d'années, est encore allée en diminuant, car ces spiraux ne figurent plus dans les chronomètres de 1888 que pour 56 %; et cependant, même le résultat de cette année est encore en faveur des spiraux Phillips, dont la variation moyenne est de  $\pm 0^s,47$  contre  $\pm 0^s,55$ , représentant la variation des chronomètres pourvus d'autres genres de spiraux. Le meilleur résultat

revient pour 1888, aussi bien que pour la période des 18 ans, aux chronomètres à spiral cylindrique Phillips à deux courbes terminales. Vient ensuite, cette fois, dans l'ordre de régularité de marche, le spiral sphérique qui, pour la moyenne des 18 ans, est dépassé par les spiraux Phillips plats à deux courbes et cylindriques. Le résultat le moins favorable appartient cette fois encore au spiral Breguet et au spiral cylindrique ordinaire. Je ne puis que répéter que l'emploi des spiraux à courbes théoriques facilite le réglage d'une manière si évidente qu'on devrait s'attendre à les voir employer, sinon exclusivement, du moins de préférence, malgré le surcroît de travail qu'ils exigent.

Pendant ce dernier exercice, il est arrivé de nouveau à l'Observatoire un certain nombre de chronomètres (23), munis de spiraux en palladium, dont le résultat, quant à la variation diurne, est cette fois à très peu près égal à la moyenne générale, savoir  $\pm 0^s,49$ , au lieu de  $\pm 0^s,50$ . Il faut cependant remarquer que, si on fait abstraction des quatre chronomètres de marine ayant ce spiral, la variation moyenne des trois autres classes est de  $\pm 0^s,57$ , de sorte qu'il n'est pas encore possible d'exprimer un jugement définitif sur l'influence favorable ou nuisible de ce genre de spiral sur la régularité de marche des chronomètres.

Sans vouloir contester que l'emploi du palladium pour les spiraux des chronomètres doit diminuer l'influence magnétique sur la marche de ces derniers, il faut cependant reconnaître qu'on a considérablement exagéré le danger de cette influence, car on peut affirmer que cet inconvénient ne présente de gravité réelle que dans le cas où l'on approche un chronomètre d'une puissante machine dynamo-électrique, tandis que l'action de simples masses de fer ou d'acier reste sans influence appréciable sur la marche des chronomètres,



pourvu que leurs principaux organes en acier n'aient pas été magnétisés auparavant par la proximité d'une machine semblable.

Il est intéressant de constater à cet égard que les chronomètres que la Non-Magnetic Society, de Genève, a envoyés en 1888 à l'Observatoire, au nombre de 7, sont loin d'avoir donné une régularité de marche supérieure aux autres chronomètres, car les 5 pièces de cette provenance, qui ont subi l'épreuve complète pendant 6 semaines, ont montré une variation diurne moyenne de  $\pm 0^s,59$ , tandis que les 37 autres chronomètres ordinaires n'ont accusé qu'une variation de  $\pm 0^s,48$  et les deux chronomètres de la Non-Magnetic Society, qui ont passé une épreuve de 15 jours seulement, ont eu même une variation de  $\pm 0^s,79$ , de sorte que la variation diurne moyenne de ces 7 montres non-magnetic s'élève à  $\pm 0^s,65$  c'est-à-dire considérablement plus haut que la moyenne générale.

Je passe maintenant aux variations des quatre positions, obtenues dans le réglage des chronomètres de la classe B. Cette fois encore, comme précédemment, c'est le spiral cylindrique Phillips qui donne de beaucoup le meilleur résultat, tandis que le spiral ordinaire accuse, comme toujours, la plus forte somme des variations de position. Il sera facile de s'en convaincre par l'examen du tableau suivant :

**Tableau des quatre variations de position (Classe B.)**

| GENRE DU SPIRAL                         | Nombre des chronom. | VARIATION du  |                                     |                                     |                                 | SOMME des quatre variations |
|-----------------------------------------|---------------------|---------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
|                                         |                     | plat au pendu | pendant en haut au pendant à gauche | pendant en haut au pendant à droite | cadran en haut au cadran en bas |                             |
| Spiral plat à courbe terminale Phillips | 27                  | $\pm 2^s,21$  | $\pm 2^s,67$                        | $\pm 2^s,61$                        | $\pm 2^s,21$                    | $\pm 9^s,70$                |
| Spiral plat à 2 courbes Phillips . .    | 9                   | 2,38          | 3,06                                | 2,16                                | 2,04                            | 9,64                        |
| Spiral cyl. Phillips                    | 3                   | 1,69          | 2,04                                | 1,48                                | 0,67                            | 5,88                        |
| Spiral cyl. ordinaire                   | 2                   | 0,68          | 3,20                                | 6,98                                | 3,13                            | 13,99                       |
| Moyenne de l'année 1888                 | 41                  | 2,13          | 2,74                                | 2,64                                | 2,10                            | 9,61                        |
| Moyenne de l'année 1887                 | 27                  | 2,15          | 2,02                                | 2,55                                | 2,12                            | 8,84                        |
| Moyenne des 16 ans de 1873 à 1888       | 564                 | —             | —                                   | —                                   | —                               | 8,29                        |

La comparaison qu'offre ce tableau entre les résultats de l'année 1888 avec la précédente d'une part, et avec la moyenne des 16 ans de 1873 à 1888 d'autre part, met en évidence le fait que les régleurs ont cette fois un peu moins bien réussi ; car la moyenne pour la somme totale des variations de position ascende en 1888 à  $\pm 9^s,61$ , somme qui n'a été dépassée jusqu'à présent que deux fois, comme on le verra par le grand tableau qui termine cette statistique. Ce sont surtout les deux variations du pendant en haut aux deux positions latérales, pour lesquelles le réglage laisse à désirer.

Afin d'arriver à un degré de perfection plus satisfaisant pour le réglage des positions, il faudrait avant tout qu'on laissât le temps nécessaire aux régleurs.

Il est d'autant plus réjouissant de pouvoir constater un progrès très notable pour le réglage de la compensation, car en effet, pour les 115 chronomètres dont la compensation a été examinée en 1888, la variation pour 1° de température ne dépasse pas  $\pm 0^s,09$ . Ce résultat est le meilleur qu'on ait obtenu pour toute la période de 25 ans, pendant laquelle les chronomètres ont été étudiés à l'Observatoire dans les différentes températures. Le coefficient est non seulement inférieur d'un quart à celui de 1887, mais encore il n'est plus que la cinquième partie à peine de la variation pour température, avec laquelle nos chronométriers ont débuté en 1864 ( $\pm 0^s,48$ ).

Toutefois, cette perfection avec laquelle on est parvenu chez nous à régler la marche des chronomètres pour les températures extrêmes se trouve malheureusement déparée par le fait que, cette année encore, un nombre considérable (26) des chronomètres ont accusé une compensation indéterminée, en montrant, pour les températures moyennes, un écart de marche dépassant de plus de 2<sup>s</sup> celle qui serait proportionnelle aux marches dans les températures extrêmes. Cependant ce défaut a été en 1888 déjà un peu atténué comparativement à 1887 car, tandis que dans cette dernière année, les chronomètres à compensation indéterminée formaient le 26,5 % du total, ils ne sont plus, en 1888 que le 23 %.

On peut encore remarquer que, cette année-ci, le nombre des montres surcompensées dépasse sensiblement celui des chronomètres pour lesquels la compensation n'a pas été suffisante, ainsi que cela résulte des données suivantes :

51 chronomètres ont été surcompensés,

35        »        n'ont pas été suffisamment compensés,

3        »        n'ont montré aucune variation pour la  
température,

26 chronomètres ont présenté une compensation indéterminée.

Il est juste d'ajouter que les chronomètres de 1888 sont revenus, après les épreuves thermiques, à leur marche antérieure avec une précision très satisfaisante, qui dépasse celle des années précédentes, car la différence entre ces deux marches n'a été cette fois que de  $\pm 0^s,96$ .

Quant à la constance de la marche des chronomètres avec le temps, qui passe aux yeux du public comme le principal élément de perfection d'une pièce de précision, j'ai la satisfaction de pouvoir dire que la différence entre les marches extrêmes, montrée par les chronomètres pendant toute la durée de l'épreuve, a été en moyenne pour l'année 1888 de  $4^s,58$ , c'est-à-dire plus faible que pendant les dernières années. Par contre, pour les classes A et B, pour lesquelles on envisage avec raison la différence entre les marches moyennes de la première et de la dernière semaine comme véritable indice de la constance de la marche, cette différence s'est trouvée en 1888 un peu plus forte ( $1^s,51$ ) que pour les années précédentes, où elle a été en moyenne de  $1^s,25$ .

Comme d'habitude, je fais suivre cet exposé détaillé du tableau comparatif où les principaux éléments se trouvent indiqués pour toute la série des années pendant lesquelles ces études se continuent à l'Observatoire. Il en ressort, comme impression générale que, si les sept dernières années ont accusé un certain relâchement dans la perfection des résultats de notre chronométrie, il y a lieu d'entrevoir avec l'année 1888 un retour vers la marche ascendante de notre horlogerie de précision.

Variation moyenne.

| ANNÉES    | Diurne             | Du plat<br>au<br>pendu | Somme<br>des quatre<br>variations<br>de position | Pour un<br>degré de<br>température |
|-----------|--------------------|------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1864. . . | 1 <sup>s</sup> ,27 | 8 <sup>s</sup> ,21     |                                                  | 0 <sup>s</sup> ,48                 |
| 1865. . . | 0,88               | 6,18                   |                                                  | 0,35                               |
| 1866. . . | 0,74               | 3,56                   |                                                  | 0,36                               |
| 1867. . . | 0,76               | 3,57                   |                                                  | 0,16                               |
| 1868. . . | 0,57               | 2,44                   |                                                  | 0,15                               |
| 1869. . . | 0,60               | 2,43                   |                                                  | 0,14                               |
| 1870. . . | 0,54               | 2,37                   |                                                  | 0,14                               |
| 1871. . . | 0,55               | 1,90                   |                                                  | 0,13                               |
| 1872. . . | 0,52               | 1,99                   |                                                  | 0,15                               |
| 1873. . . | 0,62               | 2,59                   | 10 <sup>s</sup> ,03                              | 0,15                               |
| 1874. . . | 0,53               | 2,27                   | 7,42                                             | 0,15                               |
| 1875. . . | 0,46               | 1,97                   | 8,12                                             | 0,13                               |
| 1876. . . | 0,53               | 2,16                   | 8,15                                             | 0,12                               |
| 1877. . . | 0,51               | 1,98                   | 6,54                                             | 0,11                               |
| 1878. . . | 0,60               | 2,10                   | 8,36                                             | 0,10                               |
| 1879. . . | 0,61               | 1,90                   | 7,86                                             | 0,11                               |
| 1880. . . | 0,49               | 1,75                   | 7,64                                             | 0,11                               |
| 1881. . . | 0,52               | 1,86                   | 9,18                                             | 0,13                               |
| 1882. . . | 0,55               | 2,08                   | 8,87                                             | 0,11                               |
| 1883. . . | 0,54               | 1,83                   | 10,17                                            | 0,12                               |
| 1884. . . | 0,58               | 1,88                   | 6,82                                             | 0,12                               |
| 1885. . . | 0,57               | 2,45                   | 9,18                                             | 0,14                               |
| 1886. . . | 0,50               | 1,96                   | 7,91                                             | 0,13                               |
| 1887. . . | 0,52               | 2,24                   | 8,84                                             | 0,12                               |
| 1888. . . | 0,50 <sub>6</sub>  | 2,18                   | 9,61                                             | 0,09                               |

## DISTRIBUTION DES PRIX

Le concours des chronomètres a été cette année de nouveau assez riche en nombre et en qualité des pièces présentées, pour que, non seulement tous les prix prévus puissent être décernés, mais qu'il est regrettable de n'avoir pas plus de prix disponibles pour récompenser tous les fabricants qui le méritent. Les pièces que je pourrai proposer au Conseil d'Etat, pour être couronnées, remplissent si largement les conditions du concours, qu'on peut y voir une nouvelle preuve que les limites fixées dans le Règlement pour les prix n'ont nullement besoin d'être élargies.

Le prix général a eu cette fois deux concurrents, M. Paul-D. Nardin, au Locle et MM. H<sup>vy</sup> Grandjean et C<sup>ie</sup>, également au Locle; le premier a eu en tout 13 et le second 16 chronomètres des trois premières classes qui entrent en ligne de compte pour ce prix. Le rapprochement suivant fait voir immédiatement que le prix général revient à M. Nardin; car toutes les variations moyennes de son groupe de chronomètres sont inférieures à celles de son concurrent, tout en restant au-dessous des limites du prix, tandis que ces limites se trouvent dépassées par les moyennes de son concurrent, pour la variation du plat au pendu et pour la différence entre les marches extrêmes.

| NOMS DES FABRICANTS                                                     | Nombre des pièces | Variation diurne<br>moyenne | Variation du plat<br>au pendu | Variation pour 1 <sup>re</sup> de<br>température | Différence<br>entre les marches<br>extrêmes |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| LIMITES RÉGLEMENTAIRES                                                  | Au moins<br>12    | $\pm$<br>0 <sup>s</sup> ,50 | $\pm$<br>2 <sup>s</sup> ,00   | $\pm$<br>0 <sup>s</sup> ,15                      | 5 <sup>s</sup> ,0                           |
| 1. Paul.-D. Nardin, au<br>Locle . . . . .                               | 13                | 0 <sup>s</sup> ,30          | 1 <sup>s</sup> ,62            | 0 <sup>s</sup> ,06                               | 3 <sup>s</sup> ,67                          |
| 2. H <sup>vy</sup> Grandjean et C <sup>ie</sup> ,<br>au Locle . . . . . | 16                | 0,37                        | 2,32                          | 0,08                                             | 5,99                                        |

C'est donc de nouveau la maison de M. Nardin qui remporte le prix général, comme déjà à plusieurs reprises, et si l'on compare les moyennes de cette année, par exemple, avec celles de ses chronomètres de 1886, on voit qu'elles sont encore plus parfaites, du moins pour la variation diurne, dont la valeur moyenne était de  $\pm 0^s,39$ , tandis qu'elle descend cette fois à  $\pm 0^s,30$ ; et la différence des marches extrêmes est cette année pour les chronomètres de M. Nardin de  $3^s,67$  contre  $4^s,2$  en 1886. La compensation est la même dans les deux années; ce n'est que la variation du plat au pendu qui est cette fois d'un tiers plus forte qu'en 1886:  $\pm 1^s,62$  au lieu de  $1^s,23$ .

Je fais suivre, comme d'habitude, le résumé des 13 bulletins de marche obtenus en 1888 par M. Nardin et qui lui ont valu le droit au prix général :

**Prix général.**

|                          | Classe | Nombre des places | Numéros des chronomètres | Variation diurne moyenne | Variation pour 1° de température | Variation du plat au pendu | Différence entre maxima et minima |
|--------------------------|--------|-------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| PAUL-D. NARDIN, au Locle | A.     | 5                 | 10/6042                  | $\pm 0^s,16$             | $+ 0^s,09$                       |                            | 2 <sup>s</sup> ,59                |
|                          |        |                   | 12/7039                  | 0 ,11                    | 0 ,00                            |                            | 1 ,25                             |
|                          |        |                   | 13/7106                  | 0 ,14                    | $+ 0 ,06$                        |                            | 2 ,49                             |
|                          |        |                   | 5/5806                   | 0 ,12                    | $+ 0 ,01$                        |                            | 1 ,37                             |
|                          |        |                   | 14/7107                  | 0 ,20                    | $- 0 ,03$                        |                            | 2 ,45                             |
|                          | B.     | 1                 | 6776                     | 0 ,30                    | $- 0 ,19$                        | $- 0 ,49$                  | 7 ,4                              |
|                          |        |                   | 6026                     | 0 ,42                    | $- 0 ,06$                        | $+ 2 ,87$                  | 4 ,5                              |
|                          |        |                   | 6029                     | 0 ,37                    | $+ 0 ,06$                        | $- 3 ,46$                  | 5 ,8                              |
|                          | C.     | 7                 | 7109                     | 0 ,43                    | $+ 0 ,04$                        | $- 1 ,92$                  | 4 ,5                              |
|                          |        |                   | 6346                     | 0 ,38                    | $- 0 ,12$                        | $- 0 ,08$                  | 4 ,4                              |
|                          |        |                   | 7095                     | 0 ,34                    | $- 0 ,10$                        | $- 0 ,20$                  | 3 ,1                              |
|                          |        |                   | 6581                     | 0 ,42                    | $- 0 ,06$                        | $- 1 ,58$                  | 3 ,8                              |
|                          |        |                   | 6961                     | 0 ,45                    | $+ 0 ,01$                        | $+ 2 ,34$                  | 4 ,1                              |
| Moyenne .                |        | 13                |                          | $\pm 0 ,30$              | $\pm 0 ,06$                      | $\pm 1 ,62$                | 3 ,67                             |

Ce sont les deux mêmes excellentes maisons du Locle qui concourent également pour le prix des chronomètres de marine ; et les meilleurs montres marines, que ces deux fabricants ont présentées cette fois à l'Observatoire, sont tellement près l'une de l'autre pour la perfection des principaux éléments du réglage qu'il est presque impossible, sinon d'après la lettre, en tout cas dans l'esprit du règlement, de les classer. En effet, comme on peut le voir dans le tableau A, qui contient les chronomètres de marine, le N° 96 de MM. H<sup>vy</sup> Grandjean et C<sup>ie</sup> a la plus faible variation moyenne ( $\pm 0^s,10$ ) entre tous et de  $0^s,02$  plus faible que celle de la meilleure pièce (5/5806) de M. Nardin ; par contre, cette dernière n'a montré, pour la différence de marche entre la première et la dernière semaine de l'épreuve que la minime quantité de  $0^s,10$  ; cette différence, il est vrai, n'est pas non plus beaucoup plus forte pour le chronomètre de MM. Grandjean et C<sup>ie</sup>, car elle n'atteint que  $0^s,32$ , ce qui est encore remarquablement faible. Quant à la compensation, la variation par degré est plus faible ( $\pm 0^s,01$ ) pour le chronomètre Nardin que pour celui de Grandjean et C<sup>ie</sup> ( $\pm 0^s,05$ ) ; par contre, ce dernier est revenu trois fois plus près à la marche antérieure aux épreuves thermiques que ce n'est le cas pour l'autre.

Il convient d'ajouter que le chronomètre 5/5806 de Nardin est de nouveau un de ces beaux instruments, avec mouvement auxiliaire, à enregistrement électrique, qui ont déjà rendu de si grands services aux astronomes et aux géodésiens ; cette fois encore, l'artiste est parvenu à rendre la marche du chronomètre absolument indépendante du fonctionnement du mouvement électrique, ainsi que cela résulte des expériences spéciales faites à la fin de l'épreuve et consignées dans le bulletin de la pièce. Cette dernière ayant servi aussi une fois à l'enregistrement, pendant le courant de l'épreuve, le 8 juin,



durant 10 minutes, a fait ce jour un écart assez considérable ( $1^{\text{s}},83$ ) que nous n'avons pas compris dans le calcul de la variation moyenne, parce que cette dernière doit, pour toutes les pièces de la même classe du concours, être établie dans des conditions de parfaite égalité. Cependant, les essais spéciaux à la fin de l'épreuve, mentionnés ci-dessus, permettent précisément de supposer que l'écart en question était dû, en grande partie du moins, à la réaction thermique éprouvée par le chronomètre qui venait de séjourner pendant deux jours dans la glacière. Si on voulait, pour cette raison, comprendre l'écart exceptionnel dans la variation moyenne, cette dernière monterait à  $0^{\text{s}},147$ .

Etant données ces circonstances particulières et la presque égalité des résultats des deux premiers chronomètres de marine, je me permets de proposer au Conseil d'Etat qu'il fasse usage du droit qu'il s'est réservé dans l'art. 11 du Règlement, de modifier le taux ou la distribution des prix, et d'accorder cette fois, exceptionnellement et à titre égal, le prix de fr. 150 à chacun des deux chronomètres de marine cités plus haut. Une telle mesure me semblerait d'autant plus justifiée, qu'elle comporterait évidemment un encouragement pour la plus noble branche de la chronométrie, qu'il serait si désirable, à tant d'égards, de voir s'étendre toujours davantage dans notre pays, dont les artistes ont amplement fourni la preuve que les montres marines neuchâteloises comptent, pour la précision et la constance de la marche, parmi les meilleurs produits de ce genre.

Passant aux chronomètres de poche, observés pendant six semaines et dans cinq positions, le tableau B, joint au présent rapport, place de nouveau au premier rang un chronomètre à tourbillon, N° 6776 de M. *Paul-D. Nardin, au Locle* ; car, si la variation diurne de cette pièce ( $\pm 0^{\text{s}},30$ ) est d'un centième

de seconde plus forte que celle du second chronomètre du tableau B, (le N° 119415) de MM. Girard-Perregaux et C<sup>ie</sup>, à la Chaux-de-Fonds, la différence de marche entre la première et la dernière semaine est plus faible pour le chronomètre de M. Nardin, ce qui; d'après le dernier alinéa de l'art. 9 du Règlement, lui assigne la première place. Ce chronomètre de poche est du reste très bien réglé pour les positions et, si sa compensation est un peu forte, car il avance de 0<sup>s</sup>,19 par degré, elle reste encore dans les limites prescrites (0<sup>s</sup>,2 par degré). Il faut donc accorder le premier prix à ce chronomètre à tourbillon de M. Nardin, tandis que le second prix de cette catégorie revient au chronomètre à ancre de MM. *Girard-Perregaux et C<sup>ie</sup>*, dont les positions sont tout aussi bien réglées et qui est mieux compensé.

La même disposition du Règlement oblige d'attribuer le troisième prix de la classe B au chronomètre 4 du tableau (le N° 38840 de M. Guinand-Mayer, aux Brenets) plutôt qu'au N° 3, construit par M. Droz-Jeannot, aux Brenets, bien que ce dernier chronomètre ait une variation diurne de 0<sup>s</sup>,02 plus faible que l'autre; car la constance de marche du premier est sensiblement supérieure, 0<sup>s</sup>,18 de différence entre les marches de la première et de la dernière semaine, au lieu de 0<sup>s</sup>,66 pour le chronomètre de M. Droz-Jeannot. Le troisième prix revient donc, d'après le Règlement, au N° 38840 de *M. Guinand-Mayer*.

Toutefois, non seulement la montre de M. Droz-Jeannot, mais aussi le chronomètre à bascule de M. Aug. Grether, aux Ponts, (le N° 6 du tableau) qui a la même variation diurne ( $\pm$  0<sup>s</sup>,33), s'approchent tellement des pièces couronnées et remplissent encore si bien toutes les conditions du concours, qu'on doit regretter de ne pas disposer de deux autres prix

pour cette classe à accorder à ces deux excellents chronomètres, qui méritent en tout cas une mention honorable.

Le tableau C des chronomètres de la troisième classe, observés pendant un mois et dans deux positions, contient également un grand nombre de pièces qui remplissent parfaitement toutes les conditions stipulées pour les quatre prix de cette catégorie. Les quatre premiers chronomètres de ce tableau ne diffèrent de nouveau, pour l'élément principal, la variation diurne, remarquablement faible pour tous, que de  $0^s,02$ , de sorte que la différence entre les marches maxima et minima doit intervenir dans la fixation de leur rang. Comme ces deux éléments sont à la fois les plus faibles pour le premier chronomètre du tableau, il est évident que le *N° 59499 de M. Ch. Humbert fils, à la Chaux-de-Fonds* doit obtenir le premier prix ; mais le chronomètre à tourbillon *N° 21591 de MM. Henchoz frères, au Locle*, bien qu'il accuse aussi seulement  $\pm 0^s,28$  de variation diurne, reçoit le troisième prix, tandis que le *N° 19816 de l'Association Ouvrière, au Locle*, avec une variation moyenne de  $\pm 0^s,30$ , obtient le deuxième prix, parce que la différence entre ses marches extrêmes n'est que de  $3^s,5$  contre  $4^s,7$  pour le chronomètre de MM. Henchoz frères.

Par contre, si la quatrième pièce du tableau, le *N° 57610 de M. Ch. Humbert fils, à la Chaux-de-Fonds*, que je propose pour le quatrième prix de la classe, a aussi une variation diurne moyenne ( $\pm 0^s,30$ ) qui ne dépasse que de  $0^s,02$  celle du *N° 3*, sa différence entre les marches extrêmes n'est inférieure à celle du chronomètre de MM. Henchoz frères que de  $0^s,2$ , c'est-à-dire d'une quantité négligeable et qui rentre dans l'incertitude de la détermination ; car en admettant même  $\pm 0^s,1$  pour erreur probable d'une marche diurne isolée, la différence entre les deux marches extrêmes des deux chrono-

de s  
tabl  
Chr  
la  
M  
I

— 26 —

*mètres est incertaine à  $\pm 0,2$  près. Pour cette raison, j'ai le devoir d'ordonner ces deux chronomètres uniquement d'après leur variation diurne; abstraction faite de ce que la compensation du N° 4 est indéterminée, ainsi que celle du chronomètre de l'Association Ouvrière, défaut qui, d'après le Règlement actuel, ne suffit pas pour exclure un chronomètre du concours pour les prix.*

*Il sera peut-être bon de modifier pour l'avenir le Règlement sur ce point; mais en attendant, il faut s'en tenir aux dispositions en vigueur.*

*Je termine ce rapport, en résumant mes propositions pour la distribution des prix dans la liste suivante :*

## LISTE DES PRIX PROPOSÉS

### I. PRIX GÉNÉRAL DE 200 FRANCS

à M. Paul-D. Nardin, au Locle.

- ex-aequo { II<sup>a</sup>. A. PRIX DE 150 FRANCS POUR LES CHRONOMÈTRES  
DE MARINE  
au N° 5/5806 de M. Paul-D. Nardin, au Locle.  
II<sup>b</sup>. A. PRIX DE 150 FRANCS POUR LES CHRONOMÈTRES  
DE MARINE  
au N° 96 de MM. Henry Grandjean et C<sup>ie</sup>, au Locle.

### POUR LES CHRONOMÈTRES DE POCHE DE LA CLASSE B.

III. B. Prix de 130 fr. au N° 6776 de M. Paul-D. Nardin,  
au Locle.

IV. B. » » 120 » au N° 419415 de MM. Girard-  
Perregaux et C<sup>ie</sup>, Chaux-de-Fonds.

V. B. » » 110 » au N° 38840 de M. Guinand-Mayer,  
aux Brenets.

**POUR LES CHRONOMÈTRES DE POCHE  
DE LA CLASSE C.**

**VI. C.** Prix de 100 fr. au N° 59499 de **M. Ch. Humbert**  
fils, à la Chaux-de-Fonds.

**VII. C.** » » 80 » au N° 19816 de l'Association Ou-  
vrière, au Locle.

**VIII. C.** » » 60 » au N° 21591 de **MM. Henchoz**  
frères, au Locle.

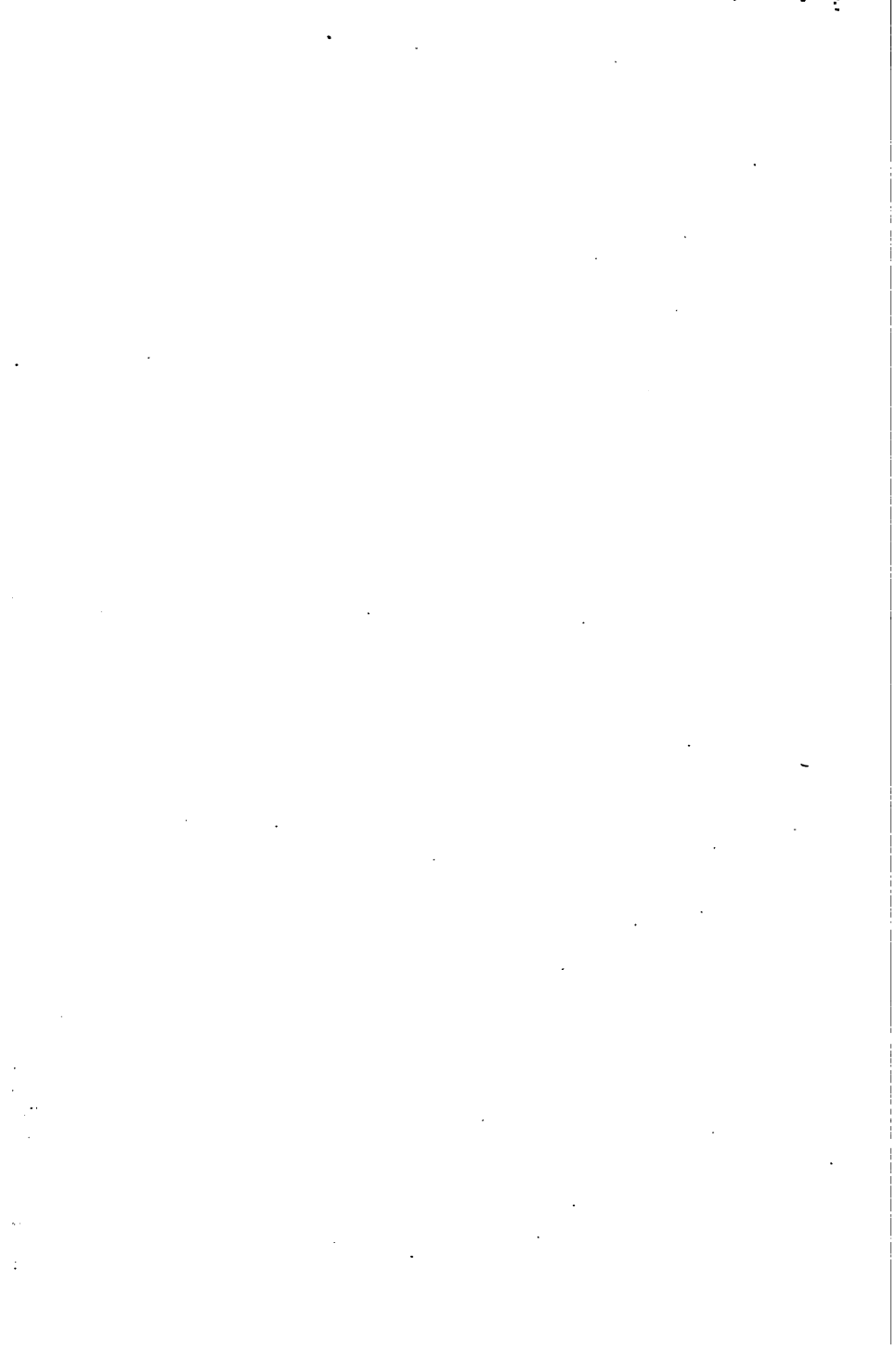
**VIII. C.** » » 50 » au N° 57610 de **M. Ch. Humbert**  
fils, à la Chaux-de-Fonds.

Veillez agréer, Monsieur le Conseiller d'Etat, l'assurance  
de ma haute considération.

Neuchâtel, le 15 janvier 1889.

LE DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE CANTONAL,

*Dr Ad. HIRSCH.*



BULLETINS DE MARCHE

DES

**CHRONOMÈTRES COURONNÉS**

AU

CONCOURS DE 1888



## CHRONOMÈTRE DE MARINE

Echappement à ressort, spiral cylindrique en palladium, avec enregistrement électrique; réglé au temps sidéral.

N° 5/5806, de M. PAUL-D. NARDIN, au LOCLE.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard, le signe — indique l'avance.

| Date     | Marche diurne | Variation | Température moyenne centigrade | Remarques   |
|----------|---------------|-----------|--------------------------------|-------------|
| 1888     |               |           |                                |             |
| Mai 3- 4 | — 1,74        | 0,00      | 11,0                           | A l'armoire |
| 4- 5     | — 1,74        | — 0,11    | 10,6                           | "           |
| 5- 6     | — 1,85        | + 0,19    | 10,8                           | "           |
| 6- 7     | — 1,66        | — 0,28    | 11,6                           | "           |
| 7- 8     | — 1,94        | + 0,39    | 12,6                           | "           |
| 8- 9     | — 1,55        | + 0,11    | 13,8                           | "           |
| 9-10     | — 1,44        | + 0,13    | 14,7                           | "           |
| 10-11    | — 1,31        | — 0,21    | 14,0                           | "           |
| 11-12    | — 1,52        | + 0,17    | 13,2                           | "           |
| 12-13    | — 1,35        | — 0,14    | 12,5                           | "           |
| 13-14    | — 1,49        | + 0,06    | 13,2                           | "           |
| 14-15    | — 1,43        | — 0,20    | 13,5                           | "           |
| 15-16    | — 1,63        | — 0,20    | 14,0                           | "           |
| 16-17    | — 1,83        | + 0,02    | 14,8                           | "           |
| 17-18    | — 1,81        | — 0,03    | 15,8                           | "           |
| 18-19    | — 1,84        | + 0,21    | 16,9                           | "           |
| 19-20    | — 1,63        | — 0,19    | 16,9                           | "           |
| 20-21    | — 1,82        | — 0,07    | 15,8                           | "           |
| 21-22    | — 1,89        | — 0,11    | 15,0                           | "           |
| 22-23    | — 2,00        | — 0,02    | 15,3                           | "           |
| 23-24    | — 2,02        | + 0,07    | 15,0                           | "           |
| 24-25    | — 2,09        | — 0,12    | 15,3                           | "           |
| 25-26    | — 2,21        | — 0,08    | 16,0                           | "           |



TABLEAU V.

PRIX A<sup>a</sup> (Suite).

| Date      | Marche diurne       | Variation           | Température moyenne centigrade | Remarques                                                     |
|-----------|---------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1888      |                     |                     |                                |                                                               |
| Mai 26-27 | <sup>s</sup> — 2,29 | <sup>s</sup> + 0,05 | <sup>o</sup> 15,8              | A l'armoire                                                   |
| 27-28     | — 2,24              | — 0,15              | 15,7                           | "                                                             |
| 28-29     | — 2,39              | — 0,05              | 15,4                           | "                                                             |
| 29-30     | — 2,44              | + 0,05              | 15,0                           | "                                                             |
| 30-31     | — 2,39              | + 0,03              | 15,5                           | "                                                             |
| 31- 0     | — 2,36              | + 1,06              | 15,4                           | "                                                             |
| Juin 1- 2 | { — 1,30            | — 0,45              | { 30,3                         | A l'étuve                                                     |
| 2- 3      |                     |                     |                                | "                                                             |
| 3- 4      | — 1,75              | — 0,13              | 18,6                           | A l'armoire                                                   |
| 4- 5      | — 1,88              | + 0,17              | 19,5                           | "                                                             |
| 5- 6      | { — 1,71            | — 1,42              | { 1,5                          | A la glacière                                                 |
| 6- 7      |                     |                     |                                | "                                                             |
| 7- 8      | — 3,13              | + 1,82              | 19,8                           | La pièce a servi à l'enregistrement pendant 10 <sup>m</sup> . |
| 8- 9      | — 1,31              | — 0,14              | 19,5                           |                                                               |
| 9-10      | — 1,45              | — 0,02              | 18,6                           | A l'armoire                                                   |
| 10-11     | — 1,47              | + 0,10              | 17,6                           | "                                                             |
| 11-12     | — 1,37              | + 0,23              | 17,6                           | "                                                             |
| 12-13     | — 1,14              | + 0,07              | 18,6                           | "                                                             |
| 13-14     | — 1,07              | — 0,04              | 18,6                           | "                                                             |
| 14-15     | — 1,11              | — 0,28              | 17,0                           | "                                                             |
| 15-16     | — 1,39              | + 0,08              | 15,8                           | "                                                             |
| 16-17     | — 1,31              | — 0,11              | 15,3                           | "                                                             |
| 17-18     | — 1,42              | — 0,05              | 14,3                           | "                                                             |
| 18-19     | — 1,47              | + 0,06              | 14,2                           | "                                                             |
| 19-20     | — 1,41              | — 0,05              | 14,5                           | "                                                             |
| 20-21     | — 1,46              | — 0,03              | 15,2                           | "                                                             |
| 21-22     | — 1,49              | — 0,18              | 15,7                           | "                                                             |
| 22-23     | — 1,67              | — 0,01              | 16,8                           | "                                                             |
| 23-24     | — 1,68              | — 0,06              | 17,0                           | "                                                             |
| 24-25     | — 1,74              | + 0,28              | 17,2                           | "                                                             |
| 25-26     | — 1,46              | — 0,21              | 17,8                           | "                                                             |
| 26-27     | — 1,67              | + 0,03              | 17,6                           | "                                                             |

TABLEAU V.

PRIX A<sup>a</sup> (Suite).

| Date                 | Marche diurne       | Variation           | Température moyenne centigrade | Remarques                                               |
|----------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1888                 |                     |                     |                                |                                                         |
| Juin 27-28           | — 1,64 <sup>s</sup> | — 0,20 <sup>s</sup> | 17,6 <sup>o</sup>              | A l'armoire                                             |
| 28-29                | — 1,84              | — 0,09              | 16,5                           | "                                                       |
| 29-30                | — 1,93              | + 0,01              | 16,0                           | "                                                       |
| 30- 0                | — 1,92              | — 0,23              | 15,5                           | "                                                       |
| Juill. 1- 2          | — 2,15              |                     | 15,8                           | "                                                       |
| 2- 3                 |                     |                     |                                |                                                         |
| Epreuves électriques |                     |                     |                                |                                                         |
| 3- 4                 | — 2,36              | + 0,20              | 15,5                           | Mouvement électrique<br>marche 3 heures sans<br>courant |
| 4- 5                 | — 2,16              | — 0,19              | 15,3                           | Mouvement électrique<br>marche 3 heures sans<br>courant |
| 5- 6                 | — 2,35              | — 0,09              | 1,53                           | Mouvement électrique<br>marche 3 heures sans<br>courant |
| 6- 7                 | — 2,44              | + 0,36              | 15,6                           | Mouvement électrique<br>marche 3 heures avec<br>courant |
| 7- 8                 | — 2,08              |                     | 15,5                           | Mouvement électrique<br>marche 3 heures avec<br>courant |

## RÉSUMÉ

|                                                                            |                      |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Marche moyenne . . . . .                                                   | — 1 <sup>a</sup> ,72 |
| Variation moyenne . . . . .                                                | ± 0 <sup>a</sup> ,12 |
| Variation pour 1 degré de température . .                                  | + 0 <sup>a</sup> ,01 |
| Différence de marche avant et après l'épreuve<br>thermique . . . . .       | 1 <sup>a</sup> ,05   |
| Différence de marche entre la première et la<br>dernière semaine . . . . . | 0 <sup>a</sup> ,10   |
| Différence entre les marches extrêmes . .                                  | 1 <sup>a</sup> ,37   |

## Epreuves électriques :

|                                                                       |                      |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Marche moyenne avec courant électrique. .                             | — 2 <sup>a</sup> ,26 |
| Marche moyenne sans courant électrique. .                             | — 2 <sup>a</sup> ,29 |
| Marche de la dernière semaine sans mouve-<br>ment électrique. . . . . | — 2 <sup>a</sup> ,29 |

## CHRONOMÈTRE DE MARINE A FUSÉE

Echappement à ressort, spiral cylindrique à 2 courbes Phillips;  
règlé au temps moyen par M. C. ZIEGLER.

N° 96, de MM. HENRY GRANDJEAN & C<sup>ie</sup>, au LOCLE.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,  
le signe — indique l'avance.

| Date      | Marche diurne       | Variation           | Température moyenne centigrade | Remarques     |
|-----------|---------------------|---------------------|--------------------------------|---------------|
| 1888      |                     |                     |                                |               |
| Nov. 3- 4 | — <sup>s</sup> 1,57 | — <sup>s</sup> 0,06 | 10,6                           | A l'armoire   |
| 4- 5      | —1,63               | 0,00                | 10,4                           | "             |
| 5- 6      | —1,63               | —0,04               | 10,2                           | "             |
| 6- 7      | —1,67               | + 0,24              | 9,8                            | "             |
| 7- 8      | —1,43               | —0,14               | 9,2                            | "             |
| 8- 9      | —1,57               | + 0,20              | 9,2                            | "             |
| 9-10      | —1,37               | —0,07               | 9,0                            | "             |
| 10-11     | —1,44               | + 0,11              | 8,6                            | "             |
| 11-12     | —1,33               | + 0,31              | 8,6                            | "             |
| 12-13     | —1,64               | + 0,23              | 9,8                            | "             |
| 13-14     | —1,41               | + 1,91              | 10,0                           | "             |
| 14-15     | { + 0,50            |                     | { 1,4                          | A la glacière |
| 15-16     |                     |                     |                                | "             |
| 16-17     | —1,49               | —1,99               | 10,8                           | A l'armoire   |
| 17-18     | —1,83               | —0,34               | 10,9                           | "             |
| 18-19     | { —0,98             | + 0,85              | { 29,6                         | A l'étuve     |
| 19-20     |                     |                     |                                | "             |
| 20-21     | —1,06               | —0,08               | 11,0                           | A l'armoire   |
| 21-22     | —0,92               | —0,06               | 10,4                           | "             |
| 22-23     | —0,90               | + 0,02              | 9,8                            | "             |
| 23-24     | —0,92               | —0,02               | 9,8                            | "             |
| 24-25     | —1,08               | + 0,04              | 10,4                           | "             |
| 25-26     | —1,12               | —0,04               | 10,0                           | "             |
|           |                     | + 0,01              |                                |               |

TABLEAU VI.

PRIX A<sup>b</sup> (Suite).

| Date       | Marche diurne       | Variation           | Température moyenne centigrade | Remarques   |
|------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|-------------|
| 1888       |                     |                     |                                |             |
| Nov. 26-27 | — 1,11 <sup>s</sup> | — 0,06 <sup>s</sup> | 9,6 <sup>o</sup>               | A l'armoire |
| 27-28      | — 1,17              | + 0,02              | 10,3                           | "           |
| 28-29      | — 1,15              | — 0,11              | 10,5                           | "           |
| 29-30      | — 1,26              | + 0,04              | 10,4                           | "           |
| 30- 0      | — 1,22              | + 0,01              | 10,4                           | "           |
| Déc. 1- 2  | — 1,21              | + 0,06              | 10,4                           | "           |
| 2- 3       | — 1,15              | — 0,12              | 10,0                           | "           |
| 3- 4       | — 1,27              | + 0,18              | 10,6                           | "           |
| 4- 5       | — 1,09              | — 0,12              | 10,2                           | "           |
| 5- 6       | — 1,21              | + 0,23              | 9,4                            | "           |
| 6- 7       | — 0,98              | — 0,13              | 9,2                            | "           |
| 7- 8       | — 1,11              | — 0,07              | 9,4                            | "           |
| 8- 9       | — 1,18              | + 0,16              | 8,8                            | "           |
| 9-10       | — 1,02              | — 0,07              | 8,8                            | "           |
| 10-11      | — 1,09              | + 0,13              | 9,1                            | "           |
| 11-12      | — 0,96              | 0,00                | 8,8                            | "           |
| 12-13      | — 0,96              | — 0,12              | 8,9                            | "           |
| 13-14      | — 1,08              | — 0,03              | 9,0                            | "           |
| 14-15      | — 1,11              | + 0,13              | 8,4                            | "           |
| 15-16      | — 0,98              | — 0,13              | 8,4                            | "           |
| 16-17      | — 1,11              | + 0,26              | 8,2                            | "           |
| 17-18      | — 0,85              | — 0,15              | 8,1                            | "           |
| 18-19      | — 1,00              | — 0,05              | 8,2                            | "           |
| 19-20      | — 1,05              | — 0,03              | 8,1                            | "           |
| 20-21      | — 1,08              | — 0,15              | 8,4                            | "           |
| 21-22      | — 1,23              | — 0,06              | 9,0                            | "           |
| 22-23      | — 1,29              | + 0,08              | 9,2                            | "           |
| 23-24      | — 1,21              | + 0,10              | 8,6                            | "           |
| 24-25      | — 1,11              | — 0,11              | 9,1                            | "           |
| 25-26      | — 1,22              | — 0,12              | 9,8                            | "           |
| 26-27      | — 1,34              | — 0,05              | 10,2                           | "           |
| 27-28      | — 1,39              | 0,00                | 10,2                           | "           |

TABLEAU VI.

PRIX A<sup>b</sup> (Suite).

| Date                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Marche diurne       | Variation                   | Température moyenne centigrade | Remarques   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------|
| 1888                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                     |                             |                                |             |
| Déc. 28-29                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | — 1,39 <sup>s</sup> | + 0,09 <sup>s</sup><br>0,00 | 10,3 <sup>o</sup>              | A l'armoire |
| 29-30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | — 1,30              |                             | 10,2                           | ,           |
| 30-31                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | — 1,30              |                             | 9,8                            | ,           |
| <br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br> |                     |                             |                                |             |

## CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à tourbillon, spiral plat Phillips à 2 courbes,  
en acier ; réglé par M. H. ROZAT, fils.

N° 6776, de M. PAUL-D. NARDIN, au LOCLE.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à 1 heure à la  
pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,  
le signe — indique l'avance.

| Date      | Marche<br>diurne | Variation | Tempéra-<br>ture<br>moyenne<br>centigrade | Remarques            |
|-----------|------------------|-----------|-------------------------------------------|----------------------|
| 1888      |                  |           |                                           |                      |
| Août 4- 5 | — 3,5            |           | 15,2                                      | Position horizontale |
| 5- 6      | — 2,7            | + 0,8     | 14,8                                      | "                    |
| 6- 7      | — 2,4            | + 0,3     | 14,1                                      | "                    |
| 7- 8      | — 2,6            | — 0,2     | 14,3                                      | "                    |
| 8- 9      | — 2,6            | 0,0       | 15,4                                      | "                    |
| 9-10      | — 3,0            | — 0,4     | 16,5                                      | "                    |
| 10-11     | — 3,0            | 0,0       | 17,8                                      | "                    |
| 11-12     | + 2,4            | + 5,4     | 1,1                                       | " à la glacière      |
| 12-13     | — 1,2            | — 3,6     | 18,7                                      | "                    |
| 13-14     | — 3,4            | — 2,2     | 31,8                                      | " à l'écurie         |
| 14-15     | — 2,5            | + 0,9     | 20,7                                      | "                    |
| 15-16     | — 2,8            | — 0,3     | 20,8                                      | "                    |
| 16-17     | — 3,6            | — 0,8     | 20,0                                      | "                    |
| 17-18     | — 3,5            | + 0,1     | 18,4                                      | "                    |
| 18-19     | — 3,7            | — 0,2     | 17,0                                      | "                    |
| 19-20     | — 3,0            | + 0,7     | 16,8                                      | Position verticale   |
| 20-21     | — 2,4            | + 0,6     | 16,9                                      | "                    |
| 21-22     | — 3,1            | — 0,7     | 17,0                                      | "                    |
| 22-23     | — 3,5            | — 0,4     | 16,6                                      | "                    |
| 23-24     | — 2,9            | + 0,6     | 16,7                                      | "                    |
| 24-25     | — 2,6            | + 0,3     | 17,0                                      | "                    |
| 25-26     | — 3,4            | — 0,8     | 16,8                                      | "                    |
| 26-27     | — 3,4            | 0,0       | 16,6                                      | "                    |

TABLEAU VII.

B. PRIX N° 1 (Suite).

| Date                                                                         | Marche diurne | Variation | Température moyenne centigrade | Remarques          |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|--------------------------------|--------------------|
| 1888                                                                         |               |           |                                |                    |
| Août 27-28                                                                   | — 2,7         | + 0,7     | 16,7                           | Position verticale |
| 28-29                                                                        | — 3,0         | — 0,3     | 17,2                           | "                  |
| 29-30                                                                        | — 2,7         | + 0,3     | 17,3                           | "                  |
| 30-31                                                                        | — 2,8         | — 0,1     | 16,6                           | "                  |
| 31- 0                                                                        | — 3,0         | — 0,2     | 15,6                           | "                  |
| Sept. 1- 2                                                                   | — 2,9         | + 0,1     | 15,2                           | "                  |
| 2- 3                                                                         | — 2,6         | + 0,3     | 14,8                           | " pendant à gauche |
| 3- 4                                                                         | — 2,2         | + 0,4     | 14,2                           | " "                |
| 4- 5                                                                         | — 3,3         | — 1,1     | 15,0                           | " pendant à droite |
| 5- 6                                                                         | — 3,3         | 0,0       | 16,0                           | " "                |
| 6- 7                                                                         | — 4,8         | — 1,5     | 17,0                           | Cadran en bas      |
| 7- 8                                                                         | — 5,0         | — 0,2     | 16,5                           | "                  |
| 8- 9                                                                         | — 3,2         | + 1,8     | 15,3                           | Cadran en haut     |
| 9-10                                                                         | — 3,3         | — 0,1     | 15,2                           | "                  |
| 10-11                                                                        | — 3,1         | + 0,2     | 15,4                           | "                  |
| 11-12                                                                        | — 3,1         | 0,0       | 15,2                           | "                  |
| 12-13                                                                        | — 3,0         | + 0,1     | 15,1                           | "                  |
| 13-14                                                                        | — 3,0         | 0,0       | 15,1                           | "                  |
| 14-15                                                                        | — 2,7         | + 0,3     | 15,4                           | "                  |
| Marche moyenne . . . . . — 2,93                                              |               |           |                                |                    |
| Variation moyenne . . . . . ± 0,30                                           |               |           |                                |                    |
| Variation pour 1 degré de température . . . . . — 0,19                       |               |           |                                |                    |
| Différence de marche avant et après l'épreuve thermique. . . . . 0,5         |               |           |                                |                    |
| Variation du plat au pendu . . . . . — 0,49                                  |               |           |                                |                    |
| " du pendu au pendant à gauche . . . . . + 0,63                              |               |           |                                |                    |
| " du pendu au pendant à droite . . . . . — 0,27                              |               |           |                                |                    |
| " du cadran en haut au cadran en bas . . . . . — 1,84                        |               |           |                                |                    |
| Différence de marche entre la première et la dernière semaine . . . . . 0,23 |               |           |                                |                    |
| Différence entre les marches extrêmes . . . . . 7,4                          |               |           |                                |                    |



## CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à ancre, spiral plat Phillips; réglé par  
M. F. BORGSTEDT.

N° 119415, de MM. GIRARD-PERREGAUX & C<sup>ie</sup>, CHx-DE-FONDS.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à 1 heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard, le signe — indique l'avance.

| Date        | Marche diurne      | Variation          | Température moyenne centigrade | Remarques                 |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------------------|---------------------------|
| 1888        |                    |                    |                                |                           |
| Avril 19-20 | — 1,6 <sup>s</sup> | + 0,2 <sup>s</sup> | 9,6                            | Position horizontale      |
| 20-21       | — 1,4              | + 0,3              | 9,6                            | "                         |
| 21-22       | — 1,1              | — 0,3              | 9,2                            | "                         |
| 22-23       | — 1,4              | + 0,6              | 8,4                            | "                         |
| 23-24       | — 0,8              | — 0,3              | 8,2                            | "                         |
| 24-25       | — 1,1              | — 0,3              | 9,3                            | "                         |
| 25-26       | — 1,4              | + 0,2              | 10,2                           | "                         |
| 26-27       | — 1,2              | + 0,3              | 10,3                           | "                         |
| 27-28       | — 0,9              | + 1,5              | 9,8                            | "                         |
| 28-29       | + 0,6              | — 2,8              | 2,0                            | " à la glacière           |
| 29-30       | — 2,2              | + 0,6              | 10,4                           | "                         |
| 30- 0       | — 1,6              | — 0,5              | 29,8                           | " à l'étuve               |
| Mai 1- 2    | — 2,1              | 0,0                | 11,2                           | "                         |
| 2- 3        | — 2,1              | — 0,2              | 11,1                           | "                         |
| 3- 4        | — 2,3              | — 0,1              | 11,0                           | "                         |
| 4- 5        | — 2,4              | + 0,3              | 10,6                           | Position verticale, pendu |
| 5- 6        | — 2,1              | + 0,2              | 10,8                           | "                         |
| 6- 7        | — 1,9              | — 0,5              | 11,6                           | "                         |
| 7- 8        | — 2,4              | — 0,4              | 12,6                           | "                         |
| 8- 9        | — 2,8              | + 0,7              | 13,8                           | "                         |
| 9-10        | — 2,1              | + 0,6              | 14,7                           | "                         |
| 10-11       | — 1,5              | + 0,1              | 14,0                           | "                         |
| 11-12       | — 1,4              |                    | 13,2                           | "                         |

TABLEAU VIII.

B. PRIX N° 2 (Suite).

| Date                                                                         | Marche diurne | Variation | Température moyenne centigrade | Remarques                 |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|--------------------------------|---------------------------|
| 1888                                                                         |               |           |                                |                           |
| Mai 12-13                                                                    | — 1,1         | + 0,3     | 12,5                           | Position verticale, pendu |
| 13-14                                                                        | — 0,7         | + 0,4     | 13,2                           | "                         |
| 14-15                                                                        | — 0,5         | + 0,2     | 13,5                           | "                         |
| 15-16                                                                        | — 0,1         | + 0,4     | 14,0                           | "                         |
| 16-17                                                                        | + 0,1         | + 0,2     | 14,8                           | "                         |
| 17-18                                                                        | — 0,5         | — 0,6     | 15,8                           | "                         |
| 18-19                                                                        | + 0,5         | + 1,0     | 16,9                           | " pendant à gauche        |
| 19-20                                                                        | + 0,5         | 0,0       | 16,9                           | " "                       |
| 20-21                                                                        | — 0,6         | — 1,1     | 15,8                           | " pendant à droite        |
| 21-22                                                                        | — 0,6         | 0,0       | 15,0                           | " "                       |
| 22-23                                                                        | — 2,3         | — 1,7     | 15,3                           | Cadran en bas             |
| 23-24                                                                        | — 2,0         | + 0,3     | 15,0                           | "                         |
| 24-25                                                                        | — 2,0         | 0,0       | 15,3                           | Cadran en haut            |
| 25-26                                                                        | — 1,9         | + 0,1     | 16,0                           | "                         |
| 26-27                                                                        | — 1,6         | + 0,3     | 15,8                           | "                         |
| 27-28                                                                        | — 1,8         | — 0,2     | 15,7                           | "                         |
| 28-29                                                                        | — 1,5         | + 0,3     | 15,4                           | "                         |
| 29-30                                                                        | — 1,8         | — 0,3     | 15,0                           | "                         |
| 30-31                                                                        | — 1,5         | — 0,3     | 15,4                           | "                         |
| Marche moyenne . . . . . — 1,35                                              |               |           |                                |                           |
| Variation moyenne . . . . . ± 0,29                                           |               |           |                                |                           |
| Variation pour 1° de température . . . . . — 0,08                            |               |           |                                |                           |
| Différence de marche avant et après l'épreuve thermique . . . . . 1,2        |               |           |                                |                           |
| Variation du plat au pendu . . . . . — 0,02                                  |               |           |                                |                           |
| " du pendu au pendant à gauche . . . + 1,89                                  |               |           |                                |                           |
| " du pendu au pendant à droite . . . + 0,79                                  |               |           |                                |                           |
| " du cadran en haut au cadran en bas . — 0,42                                |               |           |                                |                           |
| Différence de marche entre la première et la dernière semaine . . . . . 0,47 |               |           |                                |                           |
| Différence entre les marches extrêmes . . . . . 3,4                          |               |           |                                |                           |

## CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à ancre, spiral plat Phillips ; réglé par  
M. F. BORGSTEDT.

N° 38840, de M. GUINAND-MAYER, aux BRENETS.

**NB.** Les chronomètres sont comparés tous les jours à 1 heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.  
Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard  
le signe — indique l'avance.

| Date       | Marche diurne      | Variation          | Température moyenne centigrade | Remarques                 |
|------------|--------------------|--------------------|--------------------------------|---------------------------|
| 1888       |                    |                    |                                |                           |
| Nov. 17-18 | — 1,6 <sup>s</sup> | — 0,8 <sup>s</sup> | 11,0 <sup>o</sup>              | Position horizontale      |
| 18-19      | — 2,4              | 0,0                | 10,6                           | "                         |
| 19-20      | — 2,4              | — 0,5              | 11,3                           | "                         |
| 20-21      | — 2,9              | 0,0                | 11,0                           | "                         |
| 21-22      | — 2,9              | + 0,5              | 10,4                           | "                         |
| 22-23      | — 2,4              | — 0,1              | 9,6                            | "                         |
| 23-24      | — 2,5              | + 0,4              | 9,8                            | "                         |
| 24-25      | — 2,1              | — 0,3              | 29,2                           | " à l'étuve               |
| 25-26      | — 2,4              | + 1,4              | 10,0                           | "                         |
| 26-27      | — 1,0              | — 1,5              | 1,2                            | " à la glacière           |
| 27-28      | — 2,5              | + 0,3              | 10,3                           | "                         |
| 28-29      | — 2,2              | — 0,6              | 10,5                           | "                         |
| 29-30      | — 2,8              | + 0,4              | 10,4                           | "                         |
| 30- 0      | — 2,4              | — 0,3              | 10,3                           | "                         |
| Déc. 1- 2  | — 2,7              | + 2,5              | 10,3                           | "                         |
| 2- 3       | — 0,2              | + 0,1              | 10,0                           | Position verticale, pendu |
| 3- 4       | — 0,1              | + 0,1              | 10,6                           | "                         |
| 4- 5       | 0,0                | — 0,2              | 10,2                           | "                         |
| 5- 6       | — 0,2              | + 0,2              | 9,4                            | "                         |
| 6- 7       | 0,0                | + 0,3              | 9,2                            | "                         |
| 7- 8       | + 0,3              | 0,0                | 9,4                            | "                         |
| 8- 9       | + 0,3              | — 0,4              | 8,8                            | "                         |
| 9-10       | — 0,1              |                    | 8,8                            | "                         |

TABLEAU IX.

B. PRIX N° 3 (Suite).

| Date                                                                         | Marche diurne | Variation | Température moyenne centigrade | Remarques                 |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|--------------------------------|---------------------------|
| 1888                                                                         |               |           |                                |                           |
| Déc. 10-11                                                                   | — 0,2         | — 0,1     | 9,1                            | Position verticale, pendu |
| 11-12                                                                        | + 0,2         | + 0,4     | 8,8                            | "                         |
| 12-13                                                                        | — 0,5         | — 0,7     | 8,9                            | "                         |
| 13-14                                                                        | — 0,2         | + 0,3     | 9,0                            | "                         |
| 14-15                                                                        | + 0,2         | + 0,4     | 8,4                            | "                         |
| 15-16                                                                        | — 0,2         | — 0,4     | 8,4                            | "                         |
| 16-17                                                                        | + 0,7         | + 0,9     | 8,2                            | " pendant à gauche        |
| 17-18                                                                        | + 0,9         | + 0,2     | 8,1                            | " "                       |
| 18-19                                                                        | + 0,9         | 0,0       | 8,2                            | " pendant à droite        |
| 19-20                                                                        | + 0,6         | — 0,3     | 8,1                            | " "                       |
| 20-21                                                                        | — 3,1         | — 3,7     | 8,4                            | Cadran en bas             |
| 21-22                                                                        | — 2,7         | + 0,4     | 9,0                            | "                         |
| 22-23                                                                        | — 2,2         | + 0,5     | 9,2                            | Cadran en haut            |
| 23-24                                                                        | — 2,1         | + 0,1     | 8,6                            | "                         |
| 24-25                                                                        | — 2,5         | — 0,4     | 9,1                            | "                         |
| 25-26                                                                        | — 2,0         | + 0,5     | 9,8                            | "                         |
| 26-27                                                                        | — 2,2         | — 0,2     | 10,2                           | "                         |
| 27-28                                                                        | — 1,9         | + 0,3     | 10,2                           | "                         |
| 28-29                                                                        | — 2,9         | — 1,0     | 10,3                           | "                         |
| Marche moyenne . . . . . — 1,30                                              |               |           |                                |                           |
| Variation moyenne . . . . . ± 0,33                                           |               |           |                                |                           |
| Variation pour 1 degré de température . . . . . — 0,04                       |               |           |                                |                           |
| Différence de marche avant et après l'épreuve thermique. . . . . 0,0         |               |           |                                |                           |
| Variation du plat au pendu . . . . . + 2,30                                  |               |           |                                |                           |
| " du pendu au pendant à gauche . . . . . + 0,85                              |               |           |                                |                           |
| " du pendu au pendant à droite . . . . . + 0,80                              |               |           |                                |                           |
| " du cadran en haut au cadran en bas . . . . . — 0,64                        |               |           |                                |                           |
| Différence de marche entre la première et la dernière semaine . . . . . 0,18 |               |           |                                |                           |
| Différence entre les marches extrêmes . . . . . 4,0                          |               |           |                                |                           |

## CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à ancre, spiral plat Phillips, en acier ;  
réglé par M. U. WEHRLI.

N° 58499, de M. Ch. HUMBERT Fils, à la CHAUX-de-FONDS.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à 1 heure à la  
pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,  
le signe — indique l'avance.

| Date       | Marche<br>diurne   | Variation          | Tempéra-<br>ture<br>moyenne<br>centigrade | Remarques                 |
|------------|--------------------|--------------------|-------------------------------------------|---------------------------|
| 1888       |                    |                    |                                           |                           |
| Nov. 11-12 | + 1,4 <sup>s</sup> | — 0,1 <sup>s</sup> | 8,5 <sup>o</sup>                          | Position horizontale      |
| 12-13      | + 1,3              | + 0,1              | 9,8                                       | "                         |
| 13-14      | + 1,4              | — 0,1              | 10,0                                      | "                         |
| 14-15      | + 1,3              | + 2,1              | 10,0                                      | "                         |
| 15-16      | + 3,4              | — 2,2              | 1,5                                       | " à la gaineiro           |
| 16-17      | + 1,2              | — 0,1              | 10,8                                      | "                         |
| 17-18      | + 1,1              | + 0,5              | 29,1                                      | " à l'étuve               |
| 18-19      | + 1,6              | + 0,2              | 10,6                                      | "                         |
| 19-20      | + 1,8              | + 0,3              | 11,3                                      | "                         |
| 20-21      | + 2,1              | — 0,3              | 11,0                                      | "                         |
| 21-22      | + 1,8              | + 0,7              | 10,4                                      | "                         |
| 22-23      | + 2,5              | — 0,5              | 9,8                                       | "                         |
| 23-24      | + 2,0              | + 0,1              | 9,8                                       | "                         |
| 24-25      | + 2,1              | 0,0                | 10,4                                      | "                         |
| 25-26      | + 2,1              | + 0,1              | 10,0                                      | "                         |
| 26-27      | + 2,2              | + 0,6              | 9,5                                       | Position verticale, pendu |
| 27-28      | + 2,8              | — 0,5              | 10,3                                      | "                         |
| 28-29      | + 2,3              | + 0,1              | 10,5                                      | "                         |
| 29-30      | + 2,4              | + 0,3              | 10,4                                      | "                         |
| 30- 0      | + 2,7              | — 0,4              | 10,4                                      | "                         |
| Déc. 1- 2  | + 2,3              |                    | 10,4                                      | "                         |

TABLEAU X.

C. PRIX N° 1 (Suite).

| Date                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Marche diurne      | Variation          | Température moyenne centigrade | Remarques                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------|---------------------------|
| 1888                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |                    |                                |                           |
| Déc. 2- 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | + 2,7 <sup>s</sup> | + 0,4 <sup>s</sup> | 10,0 <sup>o</sup>              | Position verticale, pendu |
| 3- 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | + 2,8              | + 0,1              | 10,6                           | "                         |
| 4- 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | + 3,0              | + 0,2              | 10,2                           | "                         |
| 5- 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | + 3,0              | 0,0                | 9,4                            | "                         |
| 6- 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | + 3,2              | + 0,2              | 9,2                            | "                         |
| 7- 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | + 2,5              | - 0,7              | 9,4                            | "                         |
| 8- 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | + 3,1              | + 0,6              | 8,8                            | "                         |
| 9-10                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | + 3,1              | 0,0                | 8,8                            | "                         |
| 10-11                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | + 3,3              | + 0,2              | 9,1                            | "                         |
| <p> Marche moyenne . . . . . + 2,28<br/> Variation moyenne . . . . . ± 0,28<br/> " du plat au pendu . . . . . + 0,95<br/> " pour 1 degré de température . . . . - 0,08<br/> Différence de marche avant et après l'épreuve<br/> thermique . . . . . 0,3<br/> Différence entre les marches extrêmes . . . . 2,3 </p> |                    |                    |                                |                           |

## CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à ancre, spiral plat Phillips ; réglé par

M. F. BORGSTEDT.

N° 19816, de L'ASSOCIATION OUVRIÈRE, au LOCLE.

**NB.** Les chronomètres sont comparés tous les jours à 1 heure à la pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard, le signe — indique l'avance.

| Date       | Marche diurne | Variation | Température moyenne centigrade | Remarques                 |
|------------|---------------|-----------|--------------------------------|---------------------------|
| 1888       |               |           |                                |                           |
| Nov. 25-26 | — 0,3         | 0,0       | 10,0                           | Position horizontale      |
| 26-27      | — 0,3         | — 0,3     | 9,5                            | "                         |
| 27-28      | — 0,6         | + 0,5     | 10,3                           | "                         |
| 28-29      | — 0,1         | 0,0       | 10,5                           | "                         |
| 29-30      | — 0,1         | 0,0       | 10,4                           | "                         |
| 30- 0      | — 0,1         | — 0,4     | 10,4                           | "                         |
| Déc. 1- 2  | — 0,5         | + 1,1     | 10,4                           | "                         |
| 2- 3       | + 0,6         | + 2,3     | 10,0                           | "                         |
| 3- 4       | + 2,9         | — 3,1     | 29,8                           | " à l'étuve               |
| 4- 5       | — 0,2         | + 2,8     | 10,2                           | "                         |
| 5- 6       | + 2,6         | — 2,2     | 1,1                            | " à la glacière           |
| 6- 7       | + 0,4         | + 0,2     | 9,2                            | "                         |
| 7- 8       | + 0,6         | — 0,6     | 10,0                           | "                         |
| 8- 9       | 0,0           | + 0,2     | 8,8                            | "                         |
| 9-10       | + 0,2         | + 0,3     | 8,8                            | "                         |
| 10-11      | + 0,5         | + 0,1     | 9,1                            | Position verticale, pendu |
| 11-12      | + 0,6         | — 0,5     | 8,8                            | "                         |
| 12-13      | + 0,1         | — 0,4     | 8,9                            | "                         |
| 13-14      | — 0,3         | 0,0       | 9,0                            | "                         |
| 14-15      | — 0,3         |           | 8,5                            | "                         |

TABLEAU XI.

C. PRIX N° 2 (Suite).

| Date                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Marche diurne | Variation | Température moyenne centigrade | Remarques                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|--------------------------------|---------------------------|
| 1888                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |               |           |                                |                           |
| Déc. 15-16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | + 0,3         | + 0,6     | 8,5                            | Position verticale, pendu |
| 16-17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | + 0,5         | + 0,2     | 8,2                            | "                         |
| 17-18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | + 0,9         | + 0,4     | 8,1                            | "                         |
| 18-19                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | + 0,6         | - 0,3     | 8,2                            | "                         |
| 19-20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | + 0,3         | - 0,3     | 8,1                            | "                         |
| 20-21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | - 0,1         | - 0,4     | 8,4                            | "                         |
| 21-22                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | - 0,1         | 0,0       | 9,0                            | "                         |
| 22-23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | - 0,4         | - 0,3     | 9,2                            | "                         |
| 23-24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,0           | + 0,4     | 8,6                            | "                         |
| 24-25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | + 0,1         | + 0,1     | 9,1                            | "                         |
| <p> Marche moyenne . . . . . + 0,28<br/> Variation moyenne . . . . . ± 0,30<br/> " du plat au pendu . . . . . - 0,16<br/> " pour 1 degré de température . . . . . indéterminé<br/> Différence de marche avant et après l'épreuve<br/> thermique . . . . . 0,2<br/> Différence entre les marches extrêmes . . . . . 3,5 </p> |               |           |                                |                           |



## CHRONOMÈTRE DE POCHE

Echappement à tourbillon, spiral plat Phillips ; réglé par  
M. F. BORGSTEDT.

N° 21591, de MM. HENCHOZ FRÈRES, au LOCLE.

NB. Les chronomètres sont comparés tous les jours à 1 heure à la  
pendule normale de l'Observatoire, réglée sur le temps moyen.

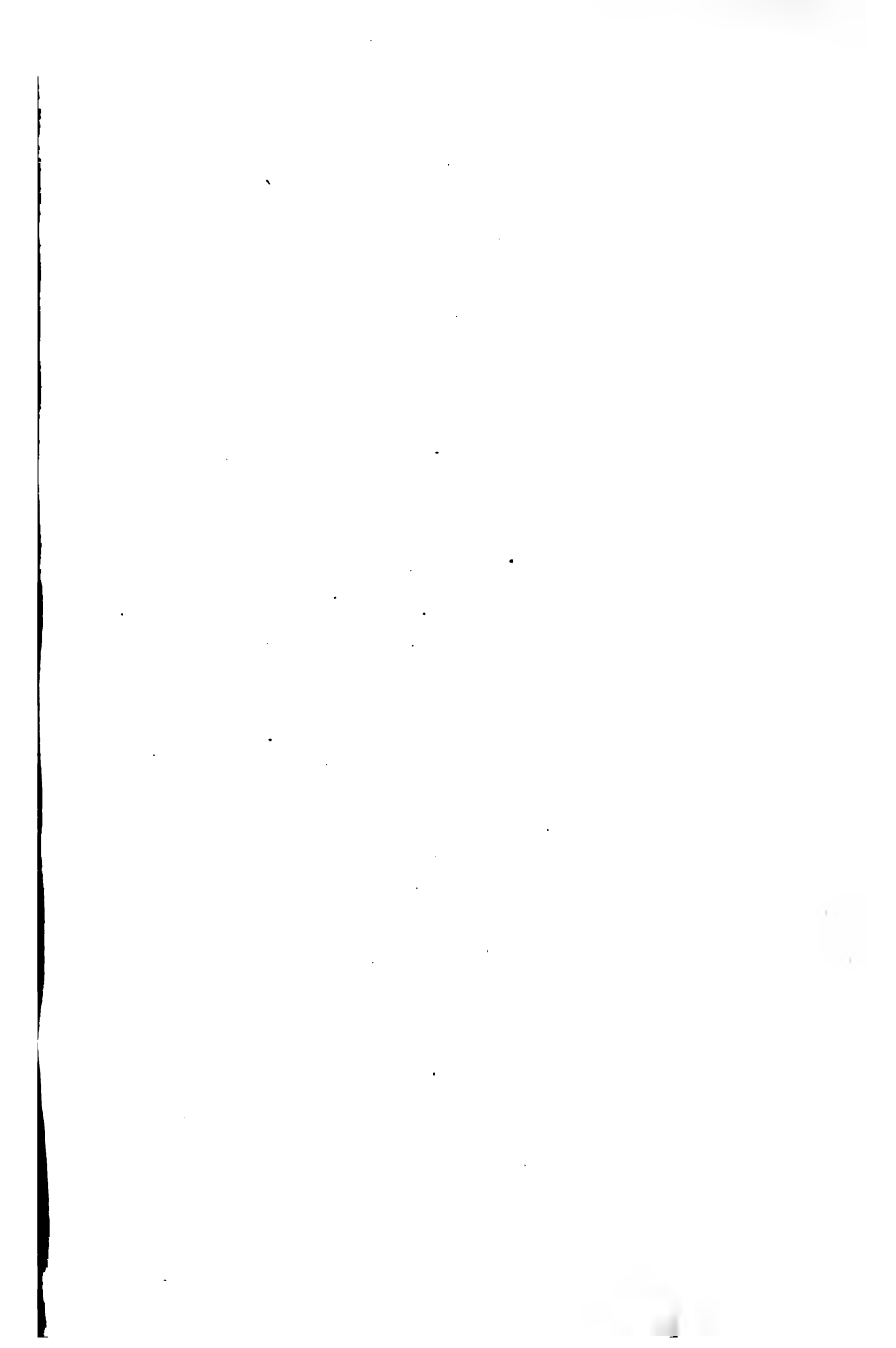
Le signe + dans la colonne *Marche diurne* indique le retard,  
le signe — indique l'avance.

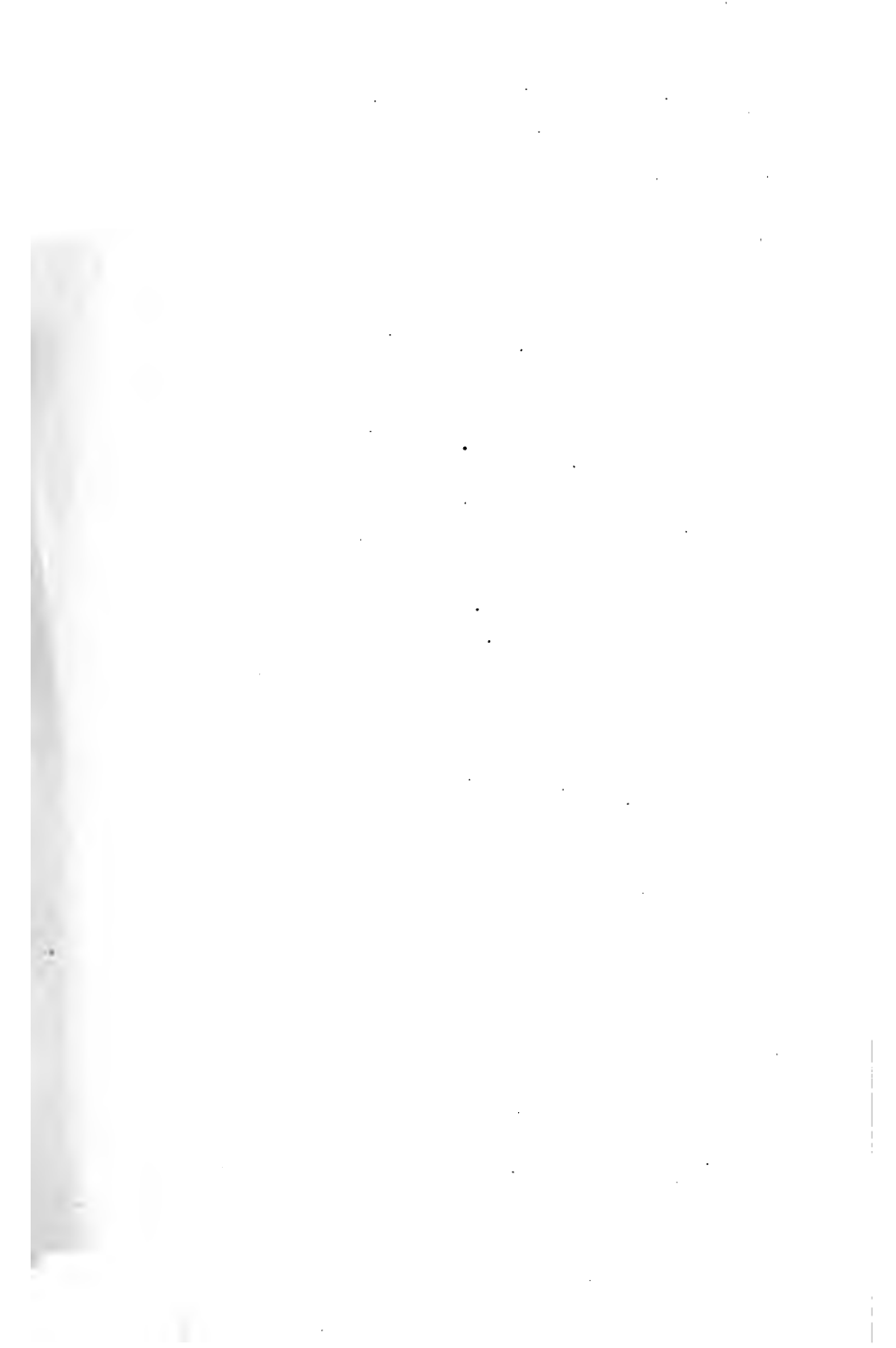
| Date      | Marche<br>diurne   | Variation          | Tempéra-<br>ture<br>moyenne<br>centigrade | Remarques                 |
|-----------|--------------------|--------------------|-------------------------------------------|---------------------------|
| 1888      |                    |                    |                                           |                           |
| Déc. 1- 2 | — 3,2 <sup>s</sup> | — 0,5 <sup>s</sup> | 10,4 <sup>o</sup>                         | Position horizontale      |
| 2- 3      | — 3,7              | — 0,3              | 10,0                                      | "                         |
| 3- 4      | — 4,0              | + 0,5              | 10,6                                      | "                         |
| 4- 5      | — 3,5              | + 3,6              | 10,2                                      | "                         |
| 5- 6      | + 0,1              | — 2,8              | 1,1                                       | " à la glacière           |
| 6- 7      | — 2,7              | — 0,7              | 9,2                                       | "                         |
| 7- 8      | — 3,4              | + 1,2              | 29,4                                      | " à l'étuve               |
| 8- 9      | — 2,2              | + 0,3              | 8,8                                       | "                         |
| 9-10      | — 1,9              | + 0,1              | 8,8                                       | "                         |
| 10-11     | — 1,8              | + 0,2              | 9,1                                       | "                         |
| 11-12     | — 1,6              | + 0,2              | 8,7                                       | "                         |
| 12-13     | — 1,4              | + 0,3              | 8,9                                       | "                         |
| 13-14     | — 1,1              | + 0,1              | 9,0                                       | "                         |
| 14-15     | — 1,0              | — 0,7              | 8,4                                       | "                         |
| 15-16     | — 1,7              | + 1,9              | 8,4                                       | "                         |
| 16-17     | + 0,2              | + 0,1              | 8,2                                       | Position verticale, pendu |
| 17-18     | + 0,3              | + 0,3              | 8,1                                       | "                         |
| 18-19     | + 0,6              | — 0,2              | 8,2                                       | "                         |
| 19-20     | + 0,4              | — 0,5              | 8,1                                       | "                         |
| 20-21     | — 0,1              |                    | 8,4                                       | "                         |

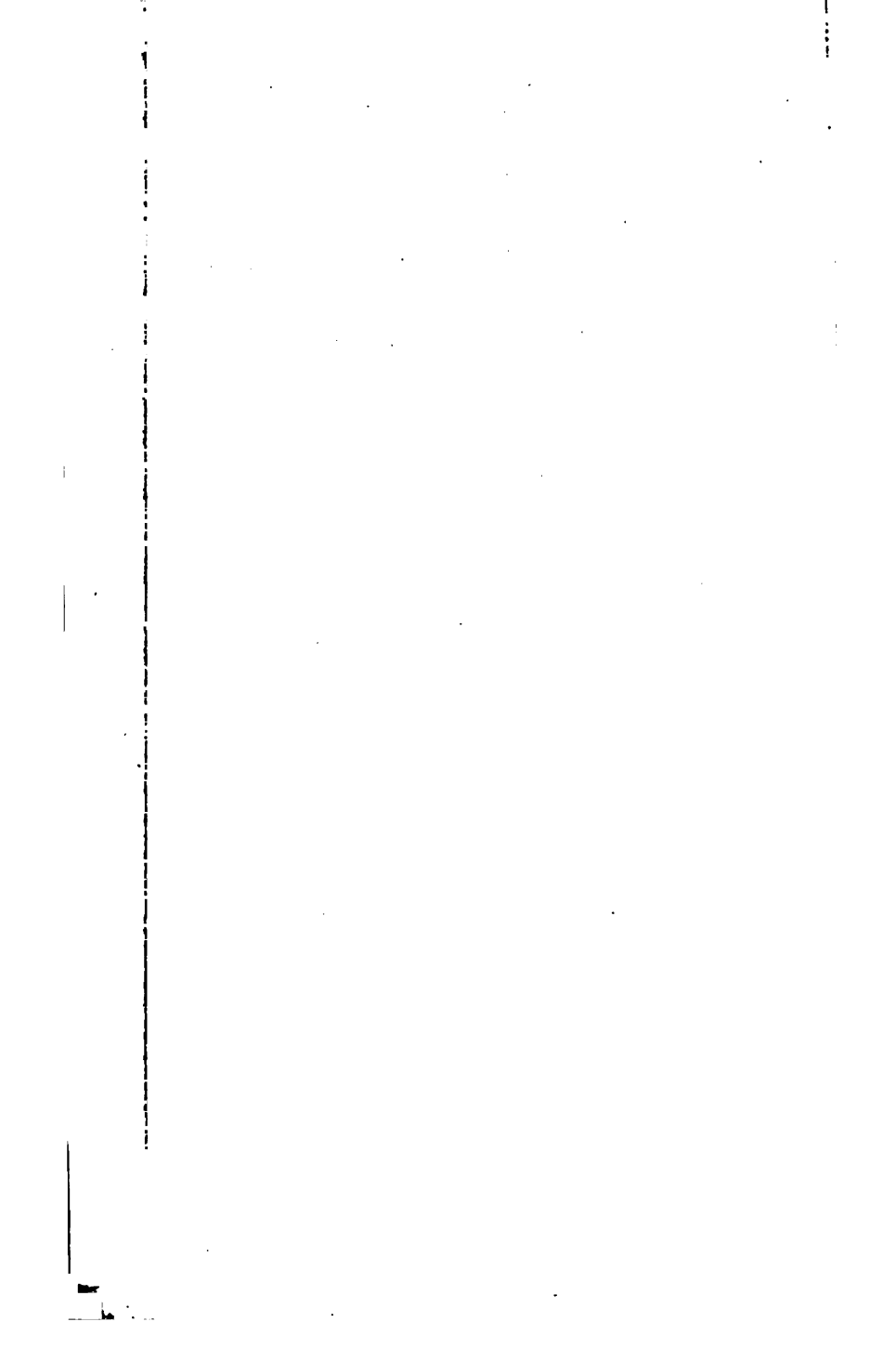
TABLEAU XIII.

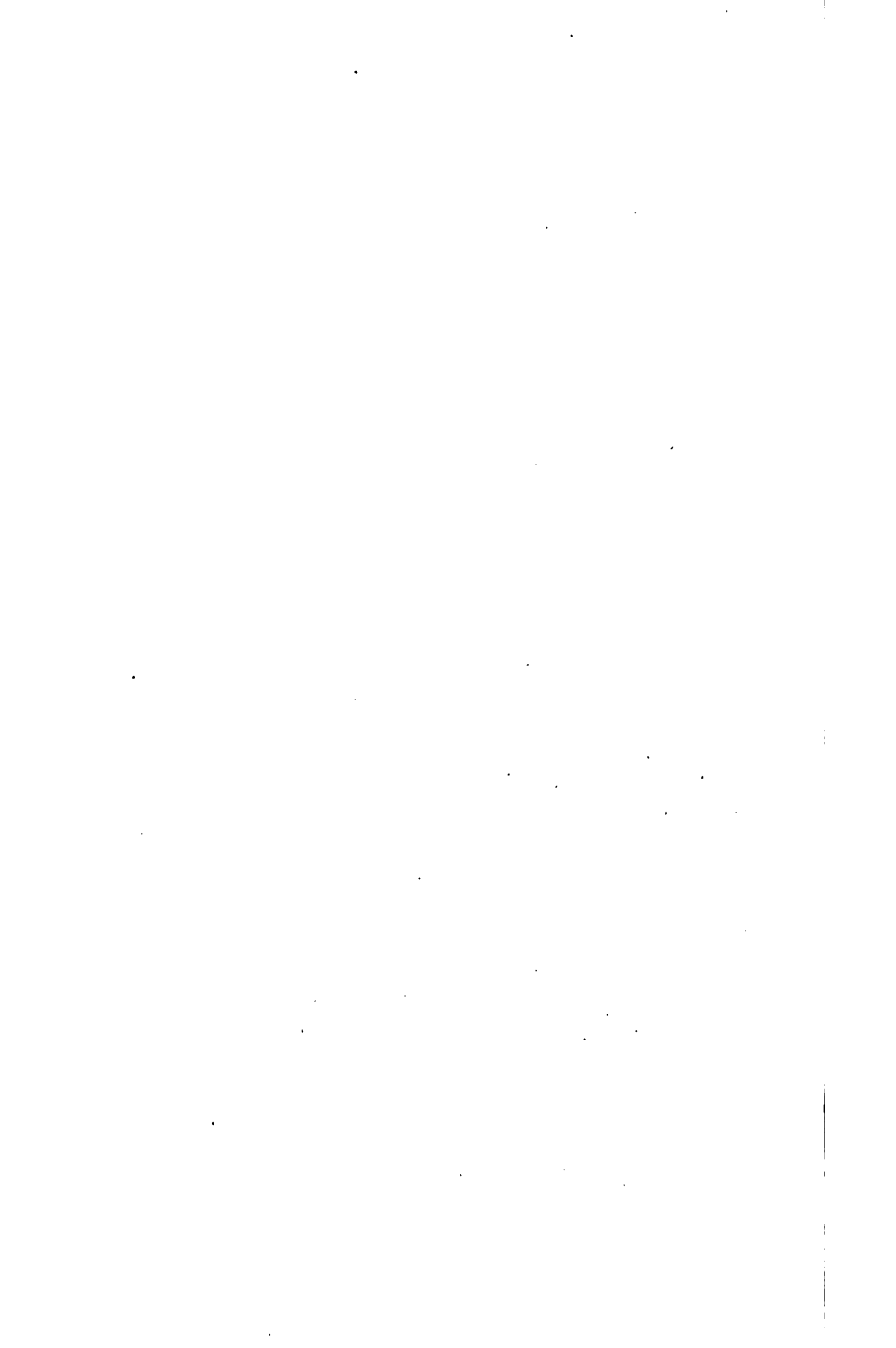
C. PRIX N° 4 (Suite).

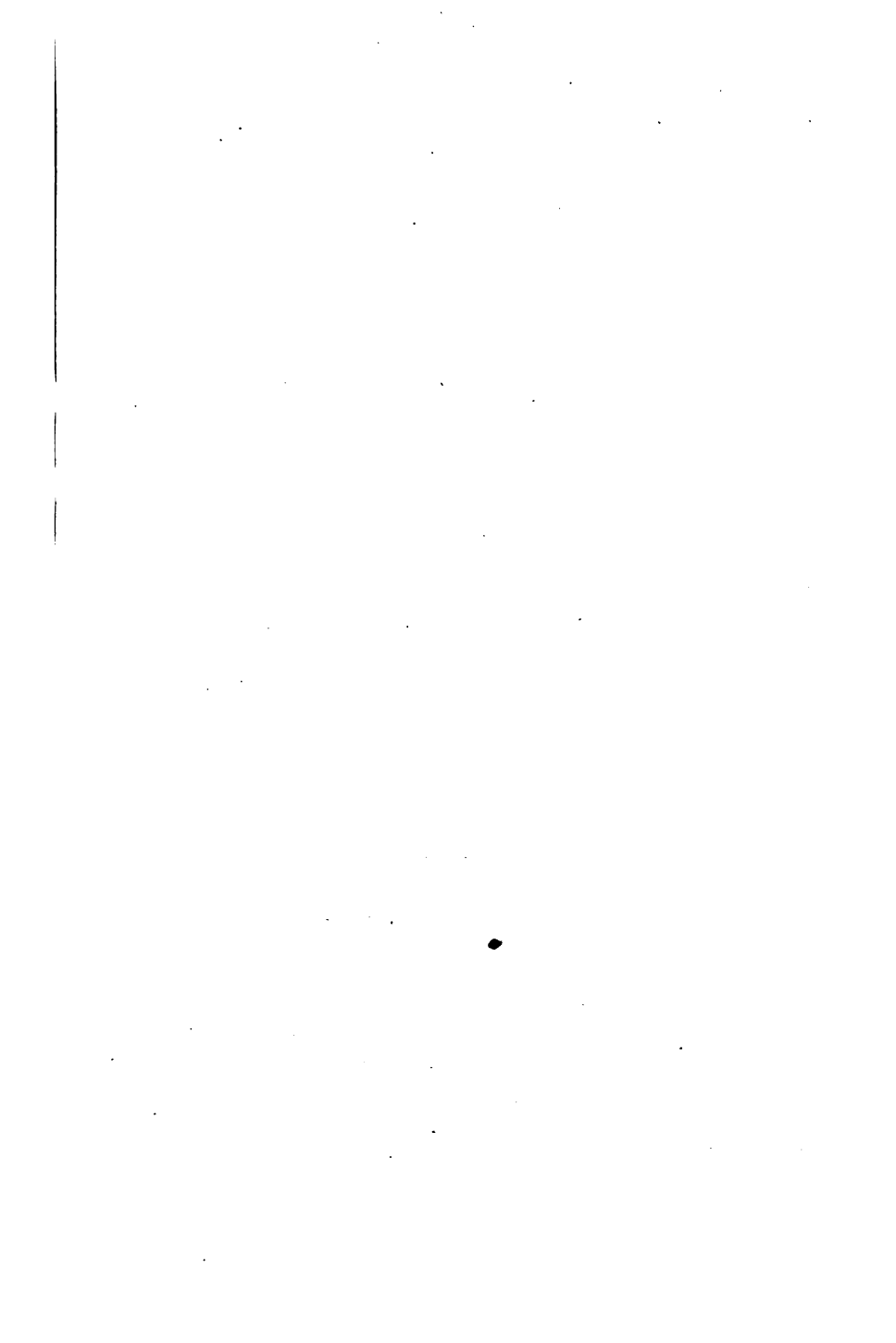
| Date                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Marche diurne      | Variation          | Température moyenne centigrade | Remarques                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------|---------------------------|
| 1888                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                    |                    |                                |                           |
| Oct. 5- 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | — 0,8 <sup>s</sup> | — 0,3 <sup>s</sup> | 11,6 <sup>o</sup>              | Position verticale, pendu |
| 6- 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | — 0,4              | + 0,4              | 11,0                           | "                         |
| 7- 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | — 0,1              | + 0,3              | 10,5                           | "                         |
| 8- 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | — 0,5              | — 0,4              | 9,6                            | "                         |
| 9-10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,0                | + 0,5              | 9,1                            | "                         |
| 10-11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | + 0,1              | + 0,1              | 9,0                            | "                         |
| 11-12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | + 0,3              | + 0,2              | 8,6                            | "                         |
| 12-13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0,0                | — 0,3              | 8,6                            | "                         |
| 13-14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | + 0,8              | + 0,8              | 8,6                            | "                         |
| 14-15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | + 0,2              | — 0,6              | 8,2                            | "                         |
| <p> Marche moyenne . . . . . — 0°,51<br/> Variation moyenne . . . . . ± 0°,30<br/> " du plat au pendu . . . . . + 0°,87<br/> " pour 1 degré de température . . . . . indéterminée<br/> Différence de marche avant et après l'épreuve<br/> thermique . . . . . 0°,4<br/> Différence entre les marches extrêmes . . . . . 4°,5 </p> |                    |                    |                                |                           |

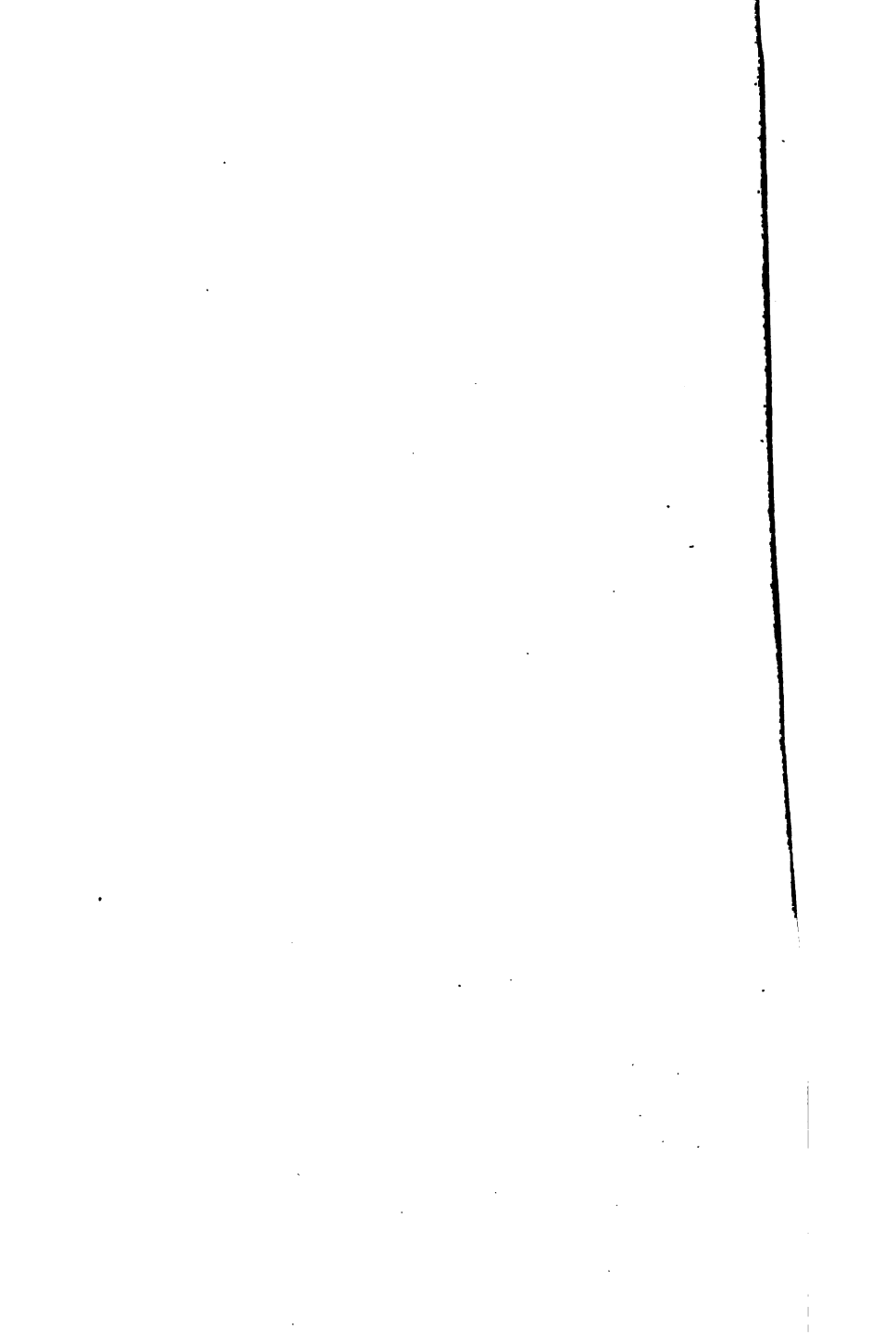




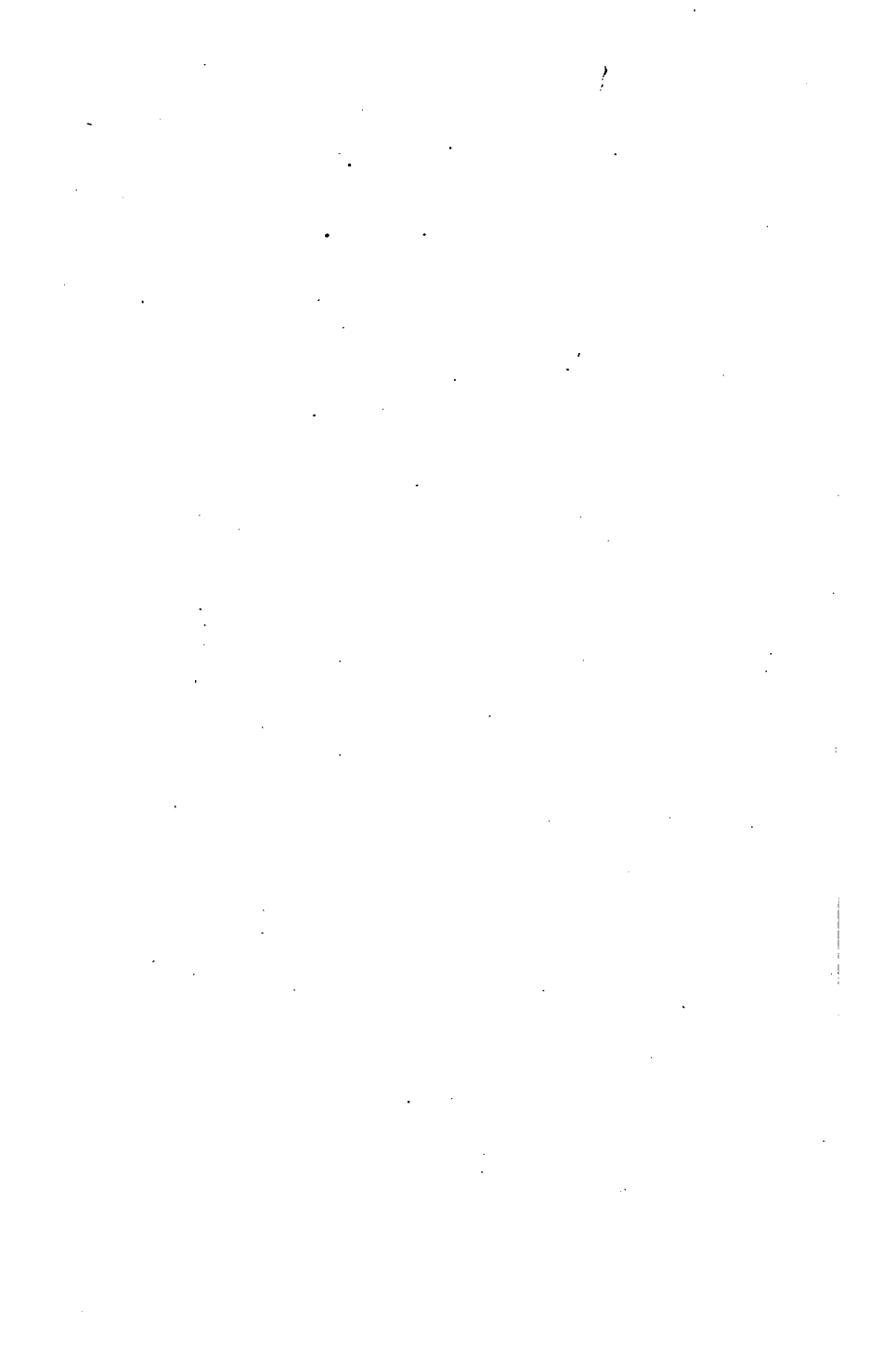






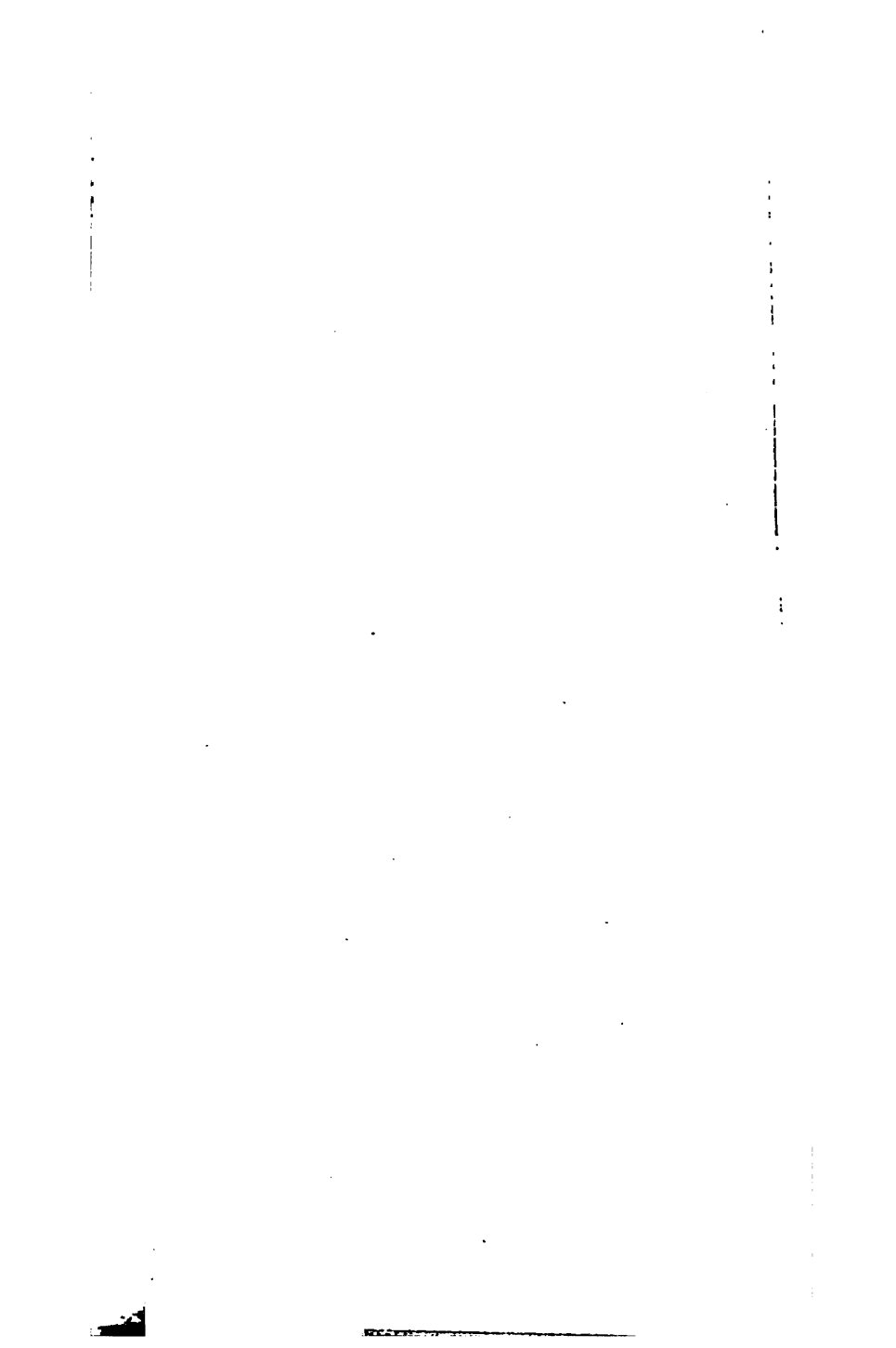




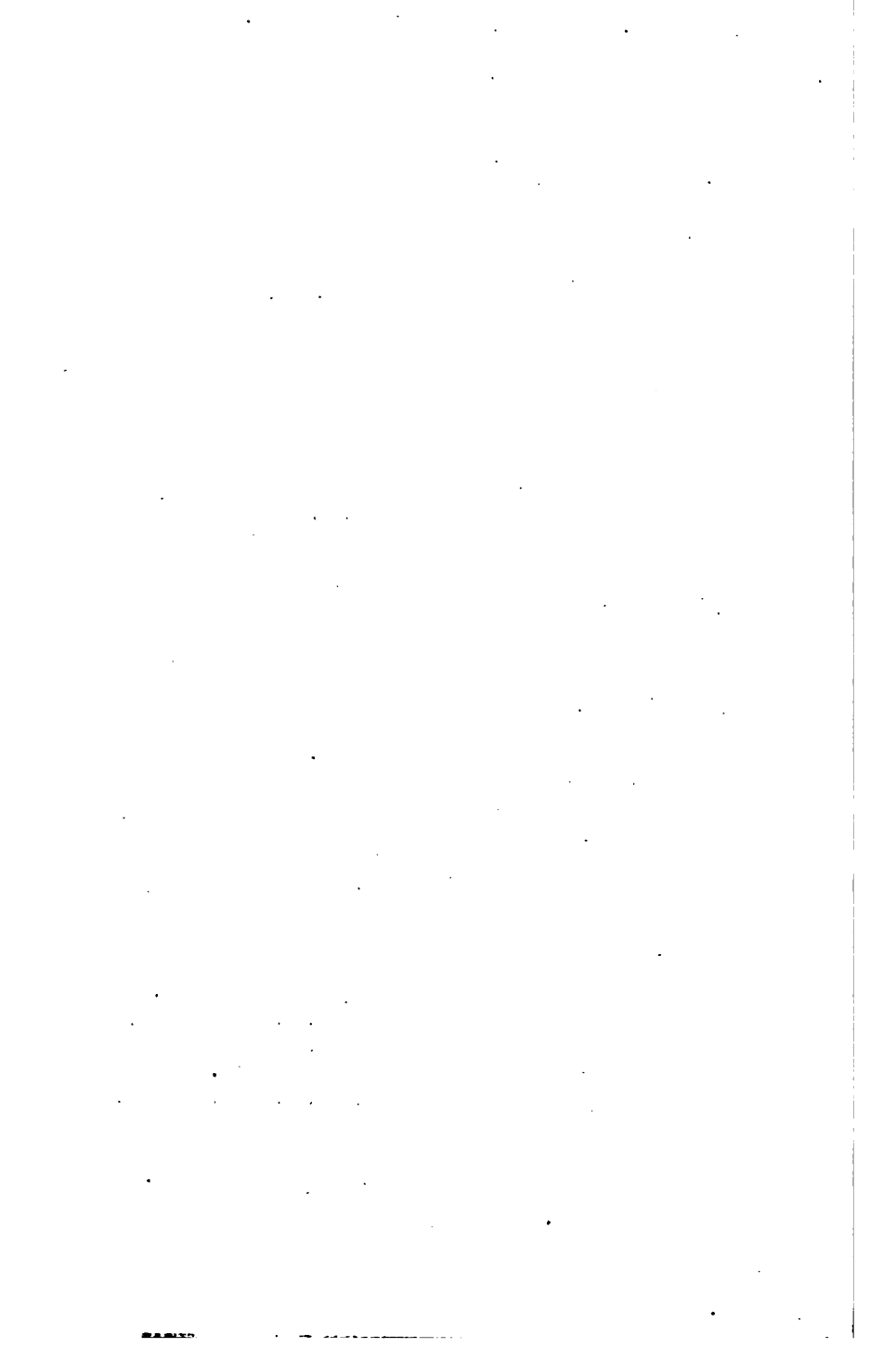












# PROCÈS-VERBAL

DE LA 32<sup>e</sup> SÉANCE DE LA

## COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE

TENUE A

l'Observatoire de Neuchâtel, le 14 Juillet 1889.

---

Présidence de M. le professeur R. Wolf, directeur de  
l'Observatoire de Zurich.

La séance est ouverte à 1 heure  $\frac{1}{4}$ .

Sont présents : M. le colonel *Gautier*, directeur de l'Observatoire de Genève ; M. le professeur *Hirsch*, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel, secrétaire de la Commission géodésique suisse ; M. le colonel *Lochmann*, chef du Bureau topographique fédéral ; M. *Rebstein*, professeur de mathématiques à l'Ecole cantonale de Zurich.

M. le *Président* souhaite la bienvenue au nouveau membre, Monsieur le professeur *Rebstein*, qui assiste pour la première fois à la séance. M. *Rebstein* remercie la Commission et son Président de l'honneur qu'on lui a fait ; guidé par l'exemple de ses prédécesseurs, il s'efforcera de se rendre utile à la belle œuvre géodésique de notre époque, à laquelle la Suisse a déjà contribué pour une grande partie de la tâche qui lui incombe.

M. le *Président* annonce que M. le colonel *Dumur*, membre honoraire de la Commission, s'est excusé de ne pou-

voir prendre part à la séance de cette année. Il espère qu'à l'avenir il sera moins empêché par ses nombreuses occupations d'assister aux réunions annuelles.

Résumant les principaux points de la gestion de l'année dernière, M. le *Président* soumet d'abord à la ratification de la Commission la Convention provisoire qu'il a conclue avec M. Messerschmitt et dont voici la traduction française :

« Convention provisoire entre la Commission géodésique suisse et M. le Dr J.-B. Messerschmitt.

Art. 1. — M. Messerschmitt s'engage à exécuter consciencieusement les travaux de mesures, d'observations et de calculs dont il sera chargé par la Commission géodésique suisse.

Art. 2. — D'autre part, la Commission alloue à M. le Dr. Messerschmitt un traitement fixe de 750 fr. par trimestre pour l'année 1889; si la Commission est entièrement satisfaite des travaux de l'ingénieur, ce traitement pourra être porté à 1000 fr. par trimestre pour l'année 1890 et les suivantes.

Art. 3. — Lorsque l'ingénieur est appelé à des travaux impliquant un changement momentané de séjour, M. Messerschmitt a droit à une indemnité journalière de 10 fr. ; en outre, ses frais de voyage lui sont remboursés, abstraction faite de ses dépenses d'entretien et de logement, qui restent à sa charge.

Art. 4. — La présente convention ne peut être dénoncée par l'une ou l'autre des parties que moyennant un avertissement préalable de trois mois.

Ainsi convenu et fait à double.

Zurich, le 31 décembre 1888.

Pour la Commission géodésique,  
(Signé) Dr J. B. MESSERSCHMITT (Signé) Prof. RUD. WOLF.



Cette convention est ratifiée sans discussion.

La Commission approuve également la mesure prise par M. le *Président* d'avoir invité M. Messerschmitt à assister à la séance, où il pourra se familiariser avec les affaires et travaux auxquels il est appelé à coopérer. Il pourra en même temps aider le secrétaire à prendre des notes pour le procès-verbal.

En même temps, M. le *Président* fait savoir à la Commission que le Bureau a adressé à son ancien ingénieur, M. Scheiblaue, une lettre de remerciements pour les excellents services qu'il lui a rendus pendant de longues années, ainsi que pour les remarquables travaux qu'il a exécutés.

Le Département fédéral de l'Intérieur ayant réclamé, à la date du 16 février, les publications de la Commission géodésique pour figurer à l'Exposition universelle de Paris, M. Wolf a fait droit à cette demande.

Le volume IV du « Réseau de triangulation suisse » a paru dans le courant de l'hiver et a été distribué ainsi que le 3<sup>e</sup> volume, contenant la Mensuration des bases.

A cette occasion, M. le *Président* tient à communiquer à la Commission l'inventaire suivant des exemplaires des différentes publications qui se trouvent encore en dépôt dans les librairies Höhr, à Zurich, et Georg, à Genève.

### *Inventaire.*

|                                        |          | Exemplaires |            |
|----------------------------------------|----------|-------------|------------|
|                                        |          | Chez Höhr   | Chez Georg |
| Histoire des Travaux géodésiques, etc. |          | 134         | —          |
| Réseau de Triangulation suisse         | Vol. I   | 96          | —          |
| —                                      | Vol. II  | 177         | —          |
| —                                      | Vol. III | 86          | —          |
| —                                      | Vol. IV  | 147         | —          |

|                                                |                                  |                     | Exemplaires |            |
|------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------|-------------|------------|
|                                                |                                  |                     | Chez Hübner | Chez Georg |
| Nivellement de précision de la Suisse, Livr. I |                                  |                     | 7           | 12         |
| —                                              | —                                | Livr. II            | 52          | 20         |
| —                                              | —                                | Livr. III           | 51          | 15         |
| —                                              | —                                | Livr. IV            | 71          | 12         |
| —                                              | —                                | Livr. V             | 71          | 22         |
| —                                              | —                                | Livr. VI            | 102         | 23         |
| —                                              | —                                | Livr. VII           | 102         | 28         |
| —                                              | —                                | Livr. VIII          | 141         | 22         |
| Plantamour, Weissenstein, etc. . . . .         |                                  |                     | 2           | 5          |
| —                                              | Longitude                        | Genève-Strasbourg . | 7           | 11         |
| —                                              | —                                | Genève-Bogenhausen. | 6           | 12         |
| —                                              | —                                | Simplon-Milan . . . | 30          | 8          |
| —                                              | —                                | Zurich-Gäbris . . . | 15          | 26         |
| —                                              | Stations astronomiques . . .     |                     | 1           | 7          |
| —                                              | —                                | Righi-Kulm . . . .  | 1           | 4          |
| —                                              | Nouvelles expériences de pendule | —                   | —           | 7          |

Constatant avec regret qu'il n'existe plus qu'un très petit nombre d'exemplaires de plusieurs de ces publications, le Président a invité les deux libraires de la Commission à lui remettre dorénavant le compte du stock à la fin de chaque année.

En outre, le Bureau est invité à revoir la liste de distribution et d'échange des publications de la Commission, en tenant compte éventuellement des observations présentées à ce sujet par les autres membres.

Enfin, M. le *Président* propose l'ordre du jour suivant pour la réunion actuelle de la Commission :

1<sup>o</sup> Organisation de la Commission ; 2<sup>o</sup> comptes ; 3<sup>o</sup> travaux géodésiques : rapport sur les travaux exécutés, programme des travaux à entreprendre, publication du cin-

quième volume de la Triangulation suisse ; 4<sup>o</sup> nivellement ; 5<sup>o</sup> prévision budgétaire.

Ce programme étant adopté, M. le Président, passant au premier point, rappelle que la séance extraordinaire projetée pour l'hiver dernier n'a pu avoir lieu pour divers motifs. En attendant, afin d'alléger la tâche du Président, M. le colonel Lochmann a bien voulu, à sa demande, se charger de la comptabilité et de la caisse. La Commission approuve cet arrangement et remercie M. Lochmann d'avoir accepté ces fonctions.

M. *Wolf* propose ensuite de revenir à l'ancienne habitude de tenir les séances réglementaires au mois de mai, et de porter les rapports écrits à la connaissance des membres dans une séance préliminaire.

La discussion étant ouverte sur ces propositions, M. *Hirsch* accepte volontiers la première, qui a évidemment l'avantage de pouvoir fixer en temps utile le programme des travaux de campagne ; mais il ne pourrait se rallier à celle qui prévoit une séance préalable destinée exclusivement à l'examen des rapports écrits.

M. le colonel *Lochmann* n'aimerait pas non plus fixer comme règle des sessions de deux jours. Dans des cas spéciaux, M. le Président pourra toujours convoquer la Commission exceptionnellement pour deux séances.

M. le colonel *Gautier* est d'accord de tenir les séances au printemps. Quant au second point, il partage l'avis de ses collègues que d'ordinaire deux séances seraient inutiles.

M. le professeur *Rebstein* approuve également l'époque du mois de mai pour les séances annuelles. Il estime que, sans fixer une fois pour toutes une séance préalable, on

atteindrait le même but en faisant circuler les rapports écrits, ou bien en les déposant avant la séance sur le Bureau pour les membres de la Commission qui voudraient les consulter.

M. *Wolf* croit la circulation préalable des rapports difficile à réaliser. Par contre, il peut accepter leur dépôt sur le Bureau avant l'ouverture de la séance.

Il constate donc que la Commission est unanime sur ce dernier point, ainsi que pour fixer, dans la règle, les séances au mois de mai.

M. le *Président* donne lecture de la lettre suivante, que lui a adressée le comité central de la Société helvétique des sciences naturelles :

« Berne, le 4 juillet 1889.

« A la Commission géodésique suisse.

« Monsieur le Président,

« Dans la dernière assemblée générale de Soleure, on a décidé la modification suivante d'un article des statuts : § 19 bis *d. Commissions spéciales*.

« Elles dirigent l'exécution de certaines tâches de la Société. Leurs membres sont nommés par l'assemblée générale sur la proposition du Comité central. La durée de leurs fonctions est de six ans.

« La nomination de ces Commissions a lieu trois ans après celle du Comité central.

« Les membres sortants sont rééligibles.

« En cas de vacance, la Commission en question propose les remplaçants et le Comité central en donne connaissance à la prochaine assemblée générale.

« Les Commissions se constituent elles-mêmes. »

« Or, comme avec l'assemblée de Lugano, le Comité cen-

tral aura accompli les trois premières années de ses fonctions, nous vous prions de bien vouloir nous faire parvenir pour la réunion des délégués et pour l'assemblée générale les propositions éventuelles que vous auriez à faire en vue de compléter votre Commission.

« Agréez, etc.

*Le Président,*  
(Signé) Th. STUDER.

*Le Secrétaire,*  
(Signé) Dr. von FELLEBERG.

M. *Gautier* ayant demandé si le choix de M. Rebstein a déjà été ratifié par le Comité central, M. le Président répond affirmativement. Malgré cela, M. *Gautier* estime que cette nomination devrait être encore confirmée par l'assemblée générale de Lugano.

Après discussion, il est décidé de répondre que M. le professeur Rebstein, de Zurich, ayant été appelé à succéder à M. le conseiller d'Etat Rohr, décédé, la Commission géodésique est actuellement au complet et se compose des cinq membres suivants :

MM. WOLF, *président*.

HIRSCH, *secrétaire*.

GAUTIER.

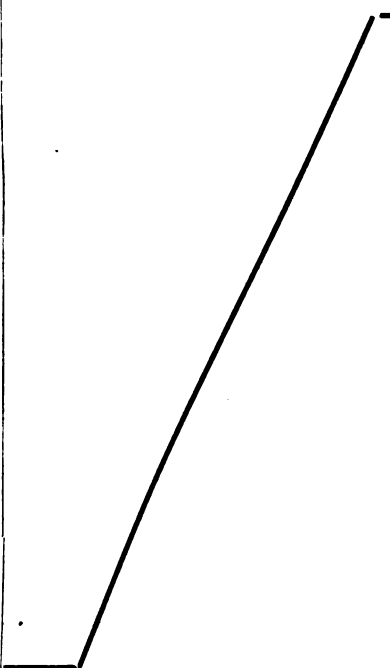
LOCHMANN.

REBSTEIN.

M. *Dumur* est resté attaché à la Commission en qualité de membre honoraire.

A la demande du Président, M. le colonel *Lochmann* dépose les comptes de l'exercice de 1888, bouclant au 31 décembre par un solde actif de 3574 fr. 42, ainsi que l'état de situation de l'exercice courant pour le milieu du mois de juillet.

# Tableau des comptes de la Commission

| 1888                                                                               | Recettes.                                                                   | Fr. Cent. | Fr. C.   |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|
| 1 <sup>er</sup> janvier                                                            | Solde actif de 1887 . . . . .                                               |           | 4580 0   |
| 31 décembre                                                                        | Allocation fédérale pour 1888 . . . . .                                     | 15000 —   |          |
| " "                                                                                | Versement de M. H. Georg, à Genève, pour<br>vente de publications . . . . . | 34 70     | 45034 7  |
|  |                                                                             |           |          |
|                                                                                    |                                                                             |           | 46644 77 |
| 1889                                                                               |                                                                             |           |          |
| 1 <sup>er</sup> janvier                                                            | Solde actif de 1888 . . . . .                                               |           | 3574 42  |

# géodésique pour l'exercice 1888.

| 1888       |                                                                                                                                                    | Fr.   | Cent. |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|
|            | <i>Dépenses.</i>                                                                                                                                   |       |       |
| 1 décembre | Traitement des ingénieurs (Scheiblaue et Messerschmitt) . . . . .                                                                                  | 3040  | —     |
|            | Frais des ingénieurs . . . . .                                                                                                                     | 60    | —     |
|            | Honoraires pour calculateur et assistant (Notz et Wolfer) . . . . .                                                                                | 985   | —     |
|            | Contribution annuelle à l'Association géodésique internationale pour 1888 . . . . .                                                                | 300   | —     |
|            | Frais de la séance de la Commission et du délégué suisse à la session de Salzbourg.                                                                | 1024  | —     |
|            | Compte d'instruments (Hipp, Repsold, au Bureau topographique, frais de transport, de douane et divers) . . . . .                                   | 3565  | 55    |
|            | Frais d'impression du vol. III de la Triangulation (Hartmann, Corbaz, Wurster Randegger et C <sup>e</sup> , Dumur, Bureau topographique) . . . . . | 2620  | 75    |
|            | Frais de nivellement (Huguenin, Bureau topographique). . . . .                                                                                     | 599   | 75    |
|            | Frais de la station astronomique de Chaumont (Société technique, frais de transport) . . . . .                                                     | 438   | 60    |
|            | Frais d'impression et de reliure (procès-verbal, cahiers d'observations, note Furrer) . . . . .                                                    | 334   | —     |
|            | Frais de bureau et autres débours de membres de la Commission (Wolf et Hirsch), indemnité au caissier . . . . .                                    | 75    | 70    |
|            |                                                                                                                                                    | 43040 | 35    |
|            | Solde actif . . . . .                                                                                                                              | 3574  | 42    |
|            |                                                                                                                                                    | 16614 | 77    |

Le solde actif ci-dessus, de fr. 3574.42. a été remis à M. le colonel Lochmann le 17 janvier 1889.

# Etat de situation de l'exercice

| 1889                     | Recettes.                                                                     | Fr. Cent. | Fr. Cent. |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|
| 1 <sup>er</sup> janvier. | Solde actif de 1888 . . . . .                                                 |           | 3574 42   |
| 25 juin.                 | 1 <sup>er</sup> versement du Département fédéral de l'Intérieur. . . . .      | 5000 —    |           |
| 8 juillet.               | Intérêt au 30 juin 1889 des sommes déposées à la Banque populaire à Berne . . | 44 35     | 5041 35   |
| <div></div>              |                                                                               |           |           |
|                          |                                                                               |           |           |
| Total. . .               |                                                                               |           | 8585 77   |

Outre le solde en caisse indiqué ci-dessus (fr. 4634,37), la Commission a encore à recevoir sur l'allocation fédérale pour 1889 la somme de 10000 francs, ce qui porte à 14634 fr. 37 le total disponible à la date du 13 juillet 1889.

Après examen de ces comptes, la Commission les approuve et en donne décharge à MM. Wolf et Lochmann.

Il est décidé de fixer à la fin de la séance le budget pour l'année 1890.

M. le *Président* donne la parole à M. Hirsch pour faire rapport sur les travaux du dernier exercice.



de 1889, au 13 juillet.

|  | <i>Dépenses.</i>                                                                   | Fr. Cent. | Fr. Cent. |
|--|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|
|  |                                                                                    |           |           |
|  | Contribution annuelle à l'Association géodésique internationale pour 1889 (240 M.) | 298 70    |           |
|  | Traitement de l'ingénieur . . . . .                                                | 4500 —    |           |
|  | Débours de l'ingénieur . . . . .                                                   | 46 65     |           |
|  | Compte d'instruments (Hipp, Hasler) . . . .                                        | 54 40     |           |
|  | Station astronomique de Chaumont (abri d'observation et tente) . . . . .           | 454 —     |           |
|  | Contribution pour 1888 au nivellement du « Central-Suisse » . . . . .              | 600 —     |           |
|  | Frais d'impression du volume IV de la « Triangulation » (Zürcher et Furrer) . .    | 924 80    |           |
|  | Frais d'impression du « Procès-verbal » (Attinger frères). . . . .                 | 406 75    |           |
|  | Frais de bureau . . . . .                                                          | 2 40      | 3954 40   |
|  | Solde en caisse au 13 juillet :                                                    |           |           |
|  | En espèces au Bureau topographique. . .                                            | 3 82      |           |
|  | En dépôt à la Banque populaire à Berne . .                                         | 4630 55   | 4634 37   |
|  | Total . . . . .                                                                    |           | 8585 77   |

## Résumé des travaux de 1888/89 par le Secrétaire.

### 1. Travaux astronomiques et mesures de pendule.

Ces travaux sont peu nombreux à cause du mauvais temps de la saison, et par suite du remplacement tardif (juillet 1888) de M. Scheiblauser par le nouvel ingénieur, M. le Dr Messerschmitt, qui a du d'abord se familiariser avec les instruments mis à sa disposition et avec les principales méthodes d'observation et de calcul, adoptées par la Commission.

Au reste, M. Messerschmitt, dans la lettre accompagnant les travaux de juillet 1888 à mai 1889, qu'il soumet à la Commission, divise son activité pendant cette année en deux parties, dont la première est qualifiée par lui-même comme destinée à sa propre information, et dont la seconde comprend :

1. Les calculs des observations astronomiques (latitudes et azimuts) exécutées par M. Scheiblaue et M. Haller en 1886 à Lüscherz, et par M. Scheiblaue en 1887 à Chaumont.

2. Etude du nouvel instrument universel de Repsold et détermination de ses constantes.

3. Détermination de la pesanteur à l'Observatoire de Zurich avec le pendule à réversion.

4. Etude de la marche du chronomètre électrique de Dubois.

5. Comparaison de l'anéroïde de Goldschmidt avec le baromètre de l'Observatoire de Zurich.

Le Rapporteur a pris connaissance de la plupart de ces travaux; mais puisque cette fois l'ingénieur, invité par M. le Président, assiste à la séance de la Commission, M. Hirsch se bornera à rendre compte brièvement des résultats des observations, surtout de celles faites à Neuchâtel et à Chaumont en 1887, dans l'intérêt de l'étude des déviations de la verticale. Les observations exécutées à Neuchâtel par M. le Dr Hilfiker ont été réduites par lui; celles de Chaumont, faites par M. Scheiblaue, ont été calculées par M. Messerschmitt.

Le pilier astronomique de Chaumont se trouve presque dans le méridien de l'Observatoire, un peu au-dessous de la mire du Nord de ce dernier. Comme point de visée pour les observations de Neuchâtel, faites au moyen du grand instrument méridien, on avait installé un miroir

fixé sur la colonne de l'instrument universel à Chaumont ; comme point de mire pour les observations à Chaumont, on visait le milieu de la fente méridienne de l'Observatoire.

Le résultat de neuf déterminations, espacées du 17 septembre au 3 octobre, et rattachées à l'azimut astronomique de l'instrument méridien, obtenu lui-même par la combinaison d'étoiles polaires avec des étoiles du Sud, donne pour l'azimut de la colonne de l'instrument universel à Chaumont

$$A = + 0,431^s \pm 0,011^s = + 6,46'' \pm 0,16''$$

l'erreur moyenne de l'unité du poids étant  $= \pm 0,036^s$

La détermination réciproque de l'azimut de l'observatoire à partir de Chaumont, faite aux mêmes jours par M. Scheiblaue au moyen de l'instrument universel, en observant  $\alpha$  Urs. min. et visant le méridien de l'Observatoire, ne pouvait naturellement pas donner la même exactitude ; mais tout en tenant compte de la différence des instruments employés, le résultat de Chaumont est peu satisfaisant ; non seulement il existe une différence de presque une seconde entre les observations du soir et celles du matin, mais le résultat général, savoir :

$$A, = 180^{\circ} 0' 8,32'' \pm 0,90''$$

est d'abord affecté d'une erreur moyenne trop grande et ensuite s'accorde trop mal avec l'azimut réciproque, car la différence est de presque  $2''$ , tandis que les erreurs des deux valeurs justifient à peine  $1''$  de différence ; et cependant les deux stations sont situées presque exactement sur le même méridien, et leur distance ne dépasse pas sensiblement 2500<sup>m</sup>.

Il convient donc de compléter pour Chaumont le résultat insuffisant par de nouvelles séries d'observations que M. Messerschmitt, qui est déjà installé à Chaumont depuis une dizaine de jours, peut facilement exécuter.

Quant aux déterminations des latitudes, faites à la même époque de l'automne 1887, par M. Scheiblaue pour Chaumont, elles sont plus satisfaisantes; on a trouvé d'abord par des mesures de distances zénithales de  $\alpha$  Urs. min. et d'un certain nombre d'étoiles fondamentales du Sud, pour la hauteur polaire de la station de Chaumont :

$$\varphi = 47^{\circ} 1' 9,31'' \pm 0,26''$$

Les observations de passage au premier vertical ont donné pour la même hauteur polaire :

$$\varphi = 47^{\circ} 1' 9,42'' \pm 0,18''$$

En combinant les deux valeurs, on trouve *pour Chaumont* :

$$\varphi = 47^{\circ} 1' 9,36'' \pm 0,22''$$

D'un autre côté, les observations de M. Hilfiker au cercle méridien ont donné comme résultat, pour la hauteur polaire de *Neuchâtel* :

$$\varphi = 46^{\circ} 59' 50,20'' \pm 0,08''$$

La différence des hauteurs polaires des deux stations est donc :

$$\Delta = 1' 19,16''$$

D'autre part, la distance des deux stations étant de 2508<sup>m</sup> conduit géodésiquement à une différence de latitude de :

$$\Delta = 1' 21,2''$$

La différence entre ces deux valeurs astronomique et géodésique, *savoir* 2", représente ainsi la *déviatiou de la verticale à Neuchâtel* dans le sens indiqué par l'attraction du massif des Alpes. Cette déviation, qu'on aurait supposée *a priori* certainement plus forte, est évidemment le résultat de la différence des attractions exercées par les masses du Jura et des Alpes.

Il serait très intéressant d'étudier cette attraction des montagnes sur le fil à plomb à Neuchâtel d'un peu plus près, en établissant une autre station sur un sommet (par exemple Tête-de-Ran) de la seconde et principale chaîne du Jura, située à une distance de 10<sup>km</sup> environ de l'Observatoire; et si possible en déterminant aussi la latitude à la mire sud de l'Observatoire, située de l'autre côté du lac, à *Portalban*, également à 10<sup>km</sup> de distance, en contre-bas de la première chaîne des Alpes fribourgeoises. On pourrait ainsi espérer de démêler l'effet contraire de l'attraction des Alpes, bien plus éloignées, mais beaucoup plus puissantes, d'avec celle du Jura, beaucoup plus rapproché, mais de masse bien inférieure. Il y a certainement peu de situations plus favorables pour une étude approfondie des relations entre la déviation de la verticale et l'attraction des masses visibles de montagnes sur le fil à plomb.

Pour rattacher le point astronomique de Chaumont au réseau, M. Scheiblauer y a observé les directions Neuchâtel (mire Portalban), Berra, Gurten et Rôthi; les angles sphériques compensés sont :

|                            |                |
|----------------------------|----------------|
| Gurten-Observat. Neuchâtel | 72° 41' 50,83" |
| Gurten-Berra               | 48 8 7,30      |
| Berra-Neuchâtel            | 24 33 43,53    |

l'erreur moyenne d'une direction compensée est de  $\pm 0^{\circ}142$ , donc très satisfaisante.

Pour la distance horizontale entre le point astronomique (colonne de l'instrument) et la mire de jour de Chaumont, M. Scheiblaueur a trouvé  $101^m024$ , et pour la hauteur *mire au-dessus de la surface du pilier*  $21^m830$ . — Mais il faut encore faire au bureau fédéral des poids et mesures la vérification du ruban en acier dont on s'est servi, et, sauf erreur, il reste à déterminer la direction Station-Mire, ou si l'on veut l'azimut de la mire; ce que M. Messerschmitt peut faire facilement pendant cette campagne.

Le rapporteur ajoute quelques mots sur les résultats, caractérisés avec beaucoup de raison par M. Messerschmitt comme provisoires, des mesures de pesanteur par le pendule à réversion, exécutées à Neuchâtel et Chaumont par M. Scheiblaueur, et à Zurich par M. Messerschmitt.

Les observations sont si peu concordantes et les réductions encore incomplètes, qu'on peut envisager ces expériences seulement comme des exercices, et qu'il est évident que les déterminations doivent être répétées dans ces différentes stations.

Un des principaux éléments de réduction qui a manqué à M. Messerschmitt au printemps dernier, c'est l'équation de l'échelle du pendule, déterminée en 1886 au Bureau international des poids et mesures à Breteuil et qui a eu pour résultat :

$$P_s (0 - 20^{\circ} 8\frac{1}{3}) = 559\ 929^m18 (1 + 0,000\ 018\ 394 \times t).$$

Bien qu'il soit probable que le grand artiste qui a fourni cet appareil ait employé le même laiton pour les tiges du pendule que pour l'échelle et même pour le support, il serait cependant désirable d'envoyer aussi les pen-

dules au Bureau international, pour en déterminer les coefficients de dilatation, ainsi que les distances des couteaux, en mesures métriques absolues; on aurait ainsi des contrôles précieux, et on rendrait les résultats obtenus avec cet appareil directement comparables avec ceux donnés par d'autres instruments.

Quant au chronomètre électrique Dubois, que M. Messerschmitt a examiné incidemment, il est possible que cet excellent instrument aura plus tard besoin d'être nettoyé et réglé à nouveau. Pour le moment, l'instrument, réintégré après la campagne à l'Observatoire de Neuchâtel, a repris son ancienne marche régulière.

La discussion étant ouverte sur les différents points et propositions de ce Rapport, M. *Gautier* estime que la station de Portalban étant trop près du lac, il serait préférable de se rapprocher davantage des Alpes et il propose en conséquence de choisir le Gurnigel comme station.

MM. *Lochmann* et *Rebstein* appuient cet avis et M. *Hirsch* l'accepte également, à condition que l'on conserve en même temps la station de Portalban; car de cette manière on reconnaîtra plus facilement, dans les déviations constatées sur tous ces points, l'action des différents massifs de montagnes dont l'attraction peut se faire sentir dans cette région.

M. *Hirsch* exprime encore le désir que, dans toutes ces stations, on ne se borne pas à déterminer la latitude, mais qu'on y mesure en même temps des azimuts, afin d'obtenir autant que possible des « points de Laplace », pour lesquels on peut également calculer la coordonnée de la longitude.

La Commission adopte ces propositions ainsi complétées.

M. *Rebstein* apprécie à un haut degré l'importance des recherches sur les déviations de la verticale et, pour cette raison, il voudrait les voir s'étendre aussi à la région du réseau de la base de Weinfelden, surtout parce que, malgré l'accord excellent des mesures angulaires faites à double, on se rappelle que le côté de jonction avec l'Allemagne résulte de ce réseau avec une valeur un peu différente de celles qu'on peut déduire des deux autres bases suisses.

M. *Hirsch* partage cette opinion et croit que la difficulté mentionnée par M. *Rebstein* gagne encore en intérêt par le fait que la valeur du côté de jonction, résultant de la base de Weinfelden, s'accorde mieux que celles tirées des deux autres bases suisses avec la valeur de ce côté, qu'on peut déduire de la base de Bonn.

M. *Wolf*, sans contester l'importance de ces recherches, insiste cependant sur la convenance de terminer en premier lieu les études de cette nature pour la région de Neuchâtel. La Commission aura le temps de s'occuper, dans une prochaine séance, de la question des déviations dans la région du Nord-Est.

M. *Hirsch* désire que, dans les principales stations astronomiques qu'on vient de fixer, surtout à Tête-de-Ran et au Gurnigel, on détermine également la pesanteur au moyen du pendule; si, comme le croit M. *Messerschmitt*, les couteaux de nos pendules à réversion n'étaient plus en parfait état, il faudrait les repolir ou, au besoin même, les remplacer.

M. *Wolf* est d'accord et prie M. *Hirsch* d'examiner avec soin l'état des couteaux et, si cela est nécessaire, d'envoyer l'instrument à Hambourg, pour que le constructeur y fasse les réparations indispensables.



La Commission approuve cette proposition du Président, ainsi que celle de M. Hirsch d'envoyer, au moment opportun, les pendules au Bureau international des poids et mesures pour en déterminer le coefficient de dilatation et la distance des couteaux.

M. *Messerschmitt* rapporte verbalement sur ses travaux, entre autres sur la réduction des observations astronomiques exécutées à Lüscherz. Comme les résultats qu'il a obtenus montrent certains écarts, M. *Messerschmitt* doit revoir ces réductions ; si on n'y découvre pas d'erreurs, on demandera des explications à M. Scheiblauser, et, au besoin, M. *Messerschmitt* sera chargé de refaire à Lüscherz les séries d'observations qui laissent à désirer.

M. *Messerschmitt* rend compte ensuite de l'étude détaillée qu'il a faite du théodolite astronomique de Repsold. Cet excellent instrument est digne de son constructeur et remplit toutes les conditions exigées par la Commission. On aurait pu désirer peut-être la vis micrométrique de l'oculaire un peu plus fine, car celle de l'instrument correspond à 90 secondes par tour.

M. le *Président* propose de publier dans le courant de l'hiver le volume V de la « Triangulation suisse » et d'y comprendre d'abord les travaux exécutés dans le Tessin.

M. *Messerschmitt* pense qu'on pourrait y joindre en même temps les observations faites au Simplon et au Gâbris.

La Commission décide cette publication en renvoyant celle des observations du réseau de Neuchâtel à un volume ultérieur.

A la demande de M. le *Président*, M. le colonel *Lochmann* rend compte des travaux de nivellement exécutés

en 1888 et en voie d'exécution pour les chemins de fer, avec les instruments de la Commission géodésique et par des ingénieurs du Bureau topographique. En premier lieu, il communique le rapport de M. l'ingénieur *Rosenmund*, qu'il avait chargé des calculs de réduction des nivellements exécutés en 1888 avec l'instrument II, par M. l'ingénieur *Durheim* sur les lignes du Central-Suisse. Pour tout ce travail, on a suivi les principes et employé les formules développés dans la première livraison du « Nivellement de précision de la Suisse » par MM. *Hirsch* et *Plantamour*.

Ainsi, pour la détermination des constantes instrumentales, et en premier lieu du réticule de la lunette II, on a fait, au commencement et à la fin de la campagne de 1888, de nombreuses séries de lectures des fils sur la mire placée à des distances variant de 10<sup>m</sup> en 10<sup>m</sup> entre 10<sup>m</sup> et 110<sup>m</sup>. Les moyennes de toutes ces opérations ont donné pour

$$A = A_1 + A_2 = \text{fil inférieur} - \text{fil supérieur} = 423,41 \pm 0,31$$

et pour la réduction de la moyenne des trois fils au fil du milieu :  $1/3 (A_2 - A_1) = -0,50 \pm 0,09$ .

Le niveau employé dans cette campagne et désigné par « niveau II de Paris », a été examiné, au mois de mars 1889, au moyen du cercle méridien de l'Observatoire de Neuchâtel; cette détermination a donné pour la valeur angulaire d'une partie de ce niveau

$$n = 4,31 \pm 0,04,$$

donc sensiblement plus forte que celle de la plupart des niveaux d'Ertel employés dans le nivellement de précision, qui restaient ordinairement autour de 3".

Deux nouvelles comparaisons de la mire II, faites avec la règle en fer de 3<sup>m</sup> du Bureau fédéral des poids et mesures, ont donné :

le 21 mars 1888, 1 mètre de la mire = 1,000 261<sup>m</sup>  
 le 12 février 1887,       »       »       1,000 201

tandis qu'on avait déduit des très nombreuses comparaisons faites antérieurement pour la valeur d'un mètre de cette mire 1<sup>m</sup>000 296. Or, par suite d'un long usage les traits de division s'étant usés au point de rendre finalement leur pointage sous les microscopes assez difficile, on a préféré conserver cette ancienne valeur de réduction, qui s'était maintenue pour ainsi dire invariable pendant plus de vingt ans. Avec ces différentes constantes, on a calculé les tables de réduction d'après les formules :

$$\begin{aligned} D &= C \times \text{ctg } A = C \times 4,8715^m \\ R &= C \times \text{ctg } A. \text{tg } \frac{1}{3} (A_2 - A_1) = C \times (-0,118) \\ X &= C \times p \times 1,0179 \\ C &= \frac{\delta}{c} \times \left( \frac{A}{n} \right) = \frac{\delta}{c} \times 98,239; \log. C = 1,99228. \end{aligned}$$

Les différences de niveau ont été calculées, d'après la manière et sur les formulaires indiqués dans le § 4 du « Nivellement de précision » et, pour éviter des erreurs d'addition et de copie, les sommes des lectures de mires et de niveaux ont été contrôlées sur les carnets d'observation.

Les stations des chemins de fer ont été rattachées, soit chacune par double nivellement au même repère voisin du réseau hypsométrique de précision, soit par deux opérations à deux repères dont l'un antérieur, l'autre posté-

ricur du réseau. Dans le premier cas, on a pris naturellement la simple moyenne des deux différences de niveau; dans le second cas, on a compensé l'écart entre la différence de niveau des deux anciens repères de départ et entre la somme des deux différences du nouveau point par rapport aux deux anciens, en attribuant à ces deux jonctions des poids proportionnels au nombre des opérations et inversement proportionnels à la longueur des lignes parcourues, c'est-à-dire proportionnels à  $\frac{n}{k}$ . On a aussi procédé de la même manière pour établir les altitudes des stations de la ligne Berne-Thoune, qui ont été nivelées en 1885 par M. Redard, en tenant compte de la correction qui était résultée de la vérification de la règle normale en fer de 3<sup>m</sup>, comparée dès lors au Bureau international des poids et mesures.

La section Olten-Bâle a été nivelée pour la première fois en la rattachant aux trois anciens repères NF<sub>31</sub> à Olten, NF<sub>46</sub> à Bâle et  $\odot$  106 à Schweizerhall. Les trois lignes se rencontrant sur un point intermédiaire X<sub>2</sub> près de MuttENZ, on a combiné les trois altitudes de ce point en attribuant à chacune d'elles un poids inversement proportionnel à la longueur de la ligne, et on a distribué de la même manière, sur les lignes nivelées, les différences de niveau qui en sont résultées.

En général, l'exactitude des opérations de 1888 est restée dans les limites d'erreur admises pour le nivellement de précision, soit de 3<sup>mm</sup> par kilomètre. Dans le cas du rattachement à deux repères, il ne faut pas perdre de vue la possibilité du tassement ou d'une modification inconnue de l'un ou de l'autre de ces repères, comme malheureusement il en existe des exemples, surtout pour des

repères secondaires. Aussi les ingénieurs ne devraient se servir, pour le rattachement des chemins de fer, de ces repères secondaires que dans des conditions exceptionnellement favorables de leur installation et, autant que possible, seulement après avoir vérifié leur inaltérabilité en les rapportant de nouveau à un autre repère de premier ordre.

M. *Lochmann* ajoute encore à ce Rapport quelques renseignements sur la partie achevée et celle qui reste à faire de ces nivellements de chemins de fer, ainsi que sur les frais qu'ils ont occasionnés et auxquels participent, outre les Compagnies de chemins de fer intéressées, le Bureau topographique fédéral et la Commission géodésique. Pour les lignes du Central, qui sont actuellement terminées, ces frais se sont élevés à la somme de 8400 fr. et, pour les opérations de l'année prochaine, M. *Lochmann* demande à la Commission d'accorder pour sa part, comme pour l'année courante, une allocation de 2500 fr.

La Commission vote cette allocation.

Enfin M. *Lochmann* mentionne le désir exprimé par le Département fédéral des Chemins de fer d'obtenir les résultats de ces nivellements en cotes absolues. Comme, suivant plusieurs décisions prises par la Commission, il ne serait pas possible de se conformer sans autre à cette demande, M. *Lochmann* croit qu'on pourrait en tenir compte, dans une certaine mesure, en ajoutant aux cotes relatives, par rapport à la Pierre-du-Niton, des altitudes provisoires au-dessus de la mer.

M. *Hirsch* préférerait que, dans les jonctions des stations de chemins de fer encore à exécuter, on se servît plutôt du second procédé, qui consiste à rattacher chacune d'elles

à deux repères du réseau hypsométrique, précisément parce que de cette façon on aurait plus de chances de s'apercevoir d'un changement qui serait survenu dans l'intervalle aux anciens repères du nivellement.

M. *Lochmann* répond que, dans la règle, on a suivi ce procédé pour les chemins de fer et surtout pour les limnimètres.

M. *Hirsch* est heureux d'apprendre que M. *Lochmann* n'ait voulu que d'une manière provisoire indiquer les altitudes absolues des lignes de chemins de fer, et encore faudrait-il savoir si, pour ces données provisoires, on a conservé l'ancien point de départ trigonométrique reconnu comme erroné, ou si l'on s'est basé sur les jonctions opérées entre les nivellements de précision de la France et de la Suisse. Du reste, M. *Hirsch* ne voudrait pas soulever à ce propos la grave question des altitudes absolues, qui ne saurait recevoir une solution définitive que lorsqu'on aura réussi à faire adopter, au sein de l'Association géodésique internationale, un niveau fondamental général pour toute l'hypsométrie de l'Europe. M. *Hirsch* ne manquera pas de faire, comme par le passé, tous ses efforts dans ce but ; mais il avoue que, depuis quelque temps, il se produit dans ce domaine des oppositions nationalistes regrettables, qui retarderont l'entente sur le choix d'un zéro commun pour le continent européen.

M. *Lochmann* fait savoir à la Commission que les Compagnies de chemins de fer auraient préféré aux repères horizontaux, employés dans le nivellement suisse de précision, l'installation de repères scellés ou tracés dans les murs verticaux des bâtiments de gares, que l'on croit moins sujets à être détériorés que les premiers.

M. *Rebstein* ne saurait reconnaître un avantage à ces repères verticaux qu'à l'intérieur des villes, où l'autre système de repères est difficile à installer et à conserver.

M. *Hirsch* n'admet pas non plus de supériorité, ni au point de vue pratique, ni au point de vue théorique, en faveur d'un système de repères qui présente avant tout le grave inconvénient d'empêcher la libre manipulation de la mire, de rendre plus difficile son installation verticale et de gêner les visées de l'ingénieur.

M. *Gautier* rappelle encore à cet égard les oscillations auxquelles sont sujets les murs des édifices suivant les variations des températures.

La Commission est unanime à conserver pour ces nivellements le système des repères horizontaux, employé jusqu'à présent en Suisse, comme du reste dans la plupart des autres pays.

M. *Rebstein*, afin de donner satisfaction à de nombreux besoins et aux désirs exprimés de différents côtés, voudrait que la Commission publiât le plus tôt possible le registre des altitudes compensées de la Suisse, qui résultent du grand travail du nivellement de précision.

M. *Hirsch* est le premier à reconnaître l'inconvénient qu'il y a à trop retarder la publication du couronnement de l'œuvre commencée en 1865. Si la neuvième livraison du « Nivellement de précision » s'est fait attendre, même après l'achèvement du long et laborieux travail de la compensation de tout le réseau, c'est essentiellement pour le motif que M. *Hirsch* avait espéré, jusque dans ces derniers temps, que le choix du niveau fondamental général serait enfin décidé et les jonctions par les réseaux des pays voisins avec les différentes mers, terminées, de telle sorte qu'i

aurait été possible de publier, pour nos altitudes suisses, non seulement leurs hauteurs relatives à la Pierre-du-Niton, mais encore leurs cotes absolues par rapport au niveau de la mer choisi. Si, dans la prochaine Conférence générale de l'Association géodésique, qui aura lieu à Paris dans le courant d'octobre, une décision sur cette importante question était encore ajournée, M. Hirsch est d'accord qu'il ne faut plus tarder davantage à publier au moins le registre des altitudes relatives de notre pays. Mais, pour être à même d'y pourvoir, l'aide d'un ingénieur lui serait indispensable. A cette condition, il croit possible de publier, dans le courant d'une année, la neuvième livraison du « Nivellement de précision ».

M. le *Président* pense qu'il faut laisser à M. Hirsch le choix de l'ingénieur qu'il voudrait s'adjoindre dans ce but, et, sur la proposition de MM. Lochmann et Gautier, la Commission décide de voter pour l'année courante une somme de 500 fr. et d'inscrire au budget de l'année prochaine 3000 fr. pour le traitement de cet ingénieur.

M. *Lochmann* attire enfin l'attention de ses collègues sur l'état d'usure des mires de nivellement, surtout de la mire II, et il propose d'en commander une nouvelle et du même système que les anciennes, à M. Kern, à Aarau, qui a construit les premières à l'entière satisfaction de la Commission. Le coût de cette mire serait d'environ 400 fr.

La Commission décide cette commande.

Sur l'invitation de M. le Président, M. *Lochmann*, tenant compte des décisions prises dans le cours de la séance, soumet le projet suivant du



